



KERNFORSCHUNGSANLAGE JÜLICH
GESELLSCHAFT MIT BESCHRÄNKTER HAFTUNG
**Programmgruppe Systemforschung und
Technologische Entwicklung**

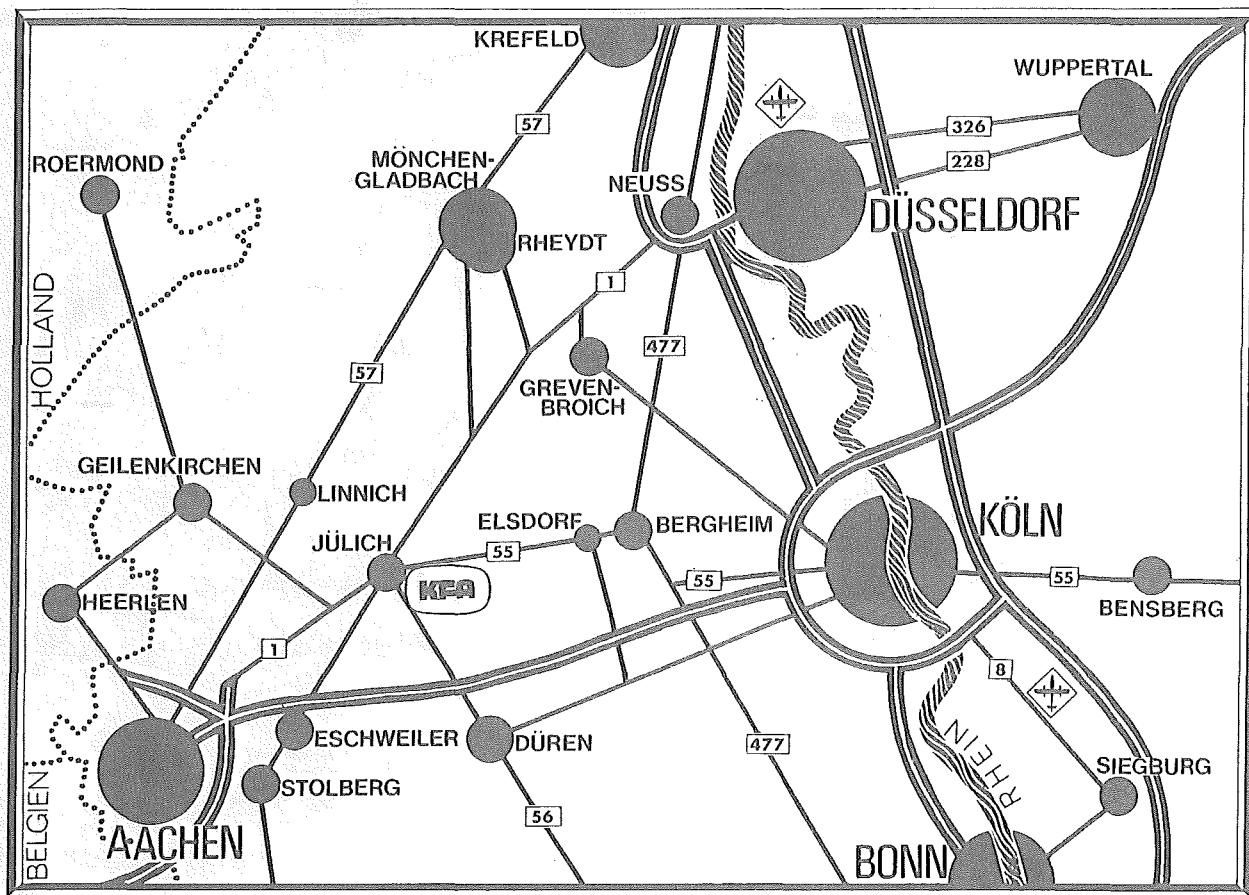
**Modellstudie
über den Einfluß des Hochtemperaturreaktors
auf die Standortorientierung in der
Großchemie**

von

H. Schwarz

**Jül - 1184
April 1975**

Als Manuskript gedruckt



Berichte der Kernforschungsanlage Jülich Nr. 1184
 Programmgruppe Systemforschung und Technologische Entwicklung Jül - 1184

Dok.: High Temperature Reactor - Chemical Industry
 High Temperature Reactor - Industrial Location
 High Temperature Reactor - Economic Aspect

Im Tausch zu beziehen durch: ZENTRALBIBLIOTHEK der Kernforschungsanlage Jülich GmbH,
 Jülich, Bundesrepublik Deutschland

**Modellstudie
über den Einfluß des Hochtemperaturreaktors
auf die Standortorientierung in der
Großchemie**

von

H. Schwarz

MODELLSTUDIE
ÜBER DEN EINFLUSS DES HOCHTEMPERATURREAKTORS AUF DIE STANDORT-
ORIENTIERUNG IN DER GROSSCHEMIE

VON
HELMUTH SCHWARZ

KURZFASSUNG

Der Einfluß des Hochtemperaturreaktors auf zukünftige Standortverschiebungen von Großbetrieben der Chemischen Industrie wird analysiert.

Hierzu wird ein Standortbestimmungsmodell für den Raum der ersten sechs EG-Länder vorgestellt, dessen numerische Lösung für die Grenzfälle konventionelle und nukleare Energieversorgung unterschiedlich geeignete Standorte ausweist.

Neben dem Einflußfaktor Energie werden wichtige andere Standortbestimmungsfaktoren, wie z.B. Subventionen, Vermögen- und Ertragsteuern, Arbeits- und Transportkosten analysiert und deren Wirkungen auf die Standortqualität dargestellt.

VORWORT

Ziel dieser Untersuchung soll sein, Einflüsse aufzuzeigen, die der zukünftige Einsatz von Kugelhaufen-Hochtemperaturreaktoren auf die Standortorientierung von Industriekomplexen der Großchemie ausüben kann.

Aus der Themenstellung ergibt sich der folgende Aufbau der Arbeit: Im ersten einleitenden Kapitel werden Bedeutung und Eigenarten der Energieversorgung in der Chemischen Industrie charakterisiert; außerdem wird die besondere technische Eignung des Kugelhaufen-Hochtemperaturreaktors (=HTR) für diesen Industriezweig belegt. Im zweiten Kapitel wird mithilfe eines erweiterten dynamischen Investitionskalküls, der auch Steuer- und Finanzierungsgesichtspunkte erfaßt, nachgewiesen, daß der HTR als Industriekraftwerk einem entsprechenden konventionellen (Öl-)Kraftwerk wirtschaftlich überlegen ist und bereits vor der Energiekrise überlegen war. Die Kapitel drei, vier und fünf dienen dem Aufbau und dem numerischen Lösungsansatz eines Modells zur internationalen Standortbestimmung eines Industriekomplexes der Großchemie im Vergleich konventionelle und nukleare Energieversorgung.

Das dritte Kapitel enthält dabei im wesentlichen ein Ablaufschema für die Untersuchung von Standortfaktoren in der Großchemie, die Zielfunktion des Modells, die Beschreibung des Modellkomplexes sowie die Festlegung von 116 potentiellen Produktionsstandorten innerhalb des Untersuchungsraumes, den sechs ersten Mitgliederstaaten der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft. Der Festlegung bis zu 10 repräsentativer Verbrauchschwerpunkte für die zum Absatz bestimmten Produktgruppen des Modellkomplexes in diesem Untersuchungsraum dient das vierte Kapitel. Im fünften Kapitel werden die produktions- und absatztechnischen Bedingungen des Modellkomplexes mit den investitionsrelevanten Gegebenheiten am Ansiedlungsort zu einem Rechenansatz verknüpft, aus dessen Lösung sich mikroökonomisch günstige, bzw. ungünstige Standorte für die Vergleichsfälle ergeben.

Das sechste Kapitel enthält die Ergebnisse der Modellrechnungen.

Im Kapitel sieben werden hieraus und auch aus den Ergebnissen der ersten drei Kapitel ökonomische Schlußfolgerungen für den zukünftigen Einsatz des HTR in der Chemischen Industrie bei besonderer Betonung des Standortbestimmungsaspektes gezogen.

Die im Thema enthaltenen theoretischen und methodischen Probleme machen Beschränkungen erforderlich.

Die Ergebnisse und Schlußfolgerungen des Standortvergleichs gehen im Grunde von der Grenzfallbetrachtung: Chemiekomplex mit vollständiger Heizöl-S-Energieversorgung, bzw. Chemiekomplex mit vollständiger HTR-Energieversorgung aus. Diese Gegensatzkonstruktion enthält den Mangel geringer Wirklichkeitsnähe, da zum einen Industriekomplexe dieses Industriezweiges außer mit Heizöl S noch mit Gas oder Steinkohle energetisch versorgt werden, zum anderen Hochtemperaturreaktoren sukzessiv zugebaut werden. Tatsächlich wird also ein organischer Übergang von einer konventionellen, fossilen zu einer nuklearen Energieversorgung erfolgen. Diesem Nachteil steht jedoch der Vorteil eines höheren Abstraktionsgrades der Untersuchung gegenüber. Dadurch kann z.B. davon ausgegangen werden, daß konventionelle Energieträger in Substitutionskonkurrenz zueinander stehen, wodurch eine gleichlaufende - steigende - Preisentwicklung erwartet werden kann und die Ergebnisse und insbesondere die Schlußfolgerungen für die gesamte konventionelle Energieversorgung repräsentativ werden. Außerdem werden die langfristigen Standortunterschiede zur HTR-Energieversorgung deutlicher erkennbar.

Der investitionstheoretische Ansatz der vorliegenden Dissertation impliziert eine im wesentlichen pagatorisch orientierte Betrachtungsweise. Aufwands- und Ertragsbestandteile waren daher nur insoweit zu berücksichtigen, als sie einen rechentechnischen Einfluß auf den Investitionskalkül ausüben. Social Costs und Benefits mußten, soweit sie nicht verursachungsgemäß zugerechnet und in Zahlungsströmen erfaßt werden können, konsequenterweise unbeachtet bleiben. Auf die Problematik eines alternativen Cost-Benefit-Ansatzes wird im übrigen näher eingegangen.

Die Erfassung des für die Modellrechnungen notwendigen Datenmaterials wurde mit dem Herbst 1973 abgeschlossen. Die Energiekrise hat einige Daten verändert, die in dieser Arbeit unberücksichtigt bleiben.

1.	DIE ENERGIEVERSORGUNG IN DER CHEMISCHEN INDUSTRIE UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DES ZUKÜNFTIGEN EINSATZES VON HOCHTEMPERATURREAKTOREN - EINE EIN- FÜHRUNG -	1
1.1	Der Energiebedarf der Chemischen Industrie	1
1.2	Die gegenwärtige Deckung des Energiebedarfs	6
1.3	Aspekte einer zukünftigen betriebsmittel- bestimmten Energiebedarfsdeckung durch Kernkraftwerke	11
1.3.1	Generelle Vorteile des Einsatzes von Kern- kraftwerken gegenüber konventionellen Kraftwerken	11
1.3.2	Vorteile des Einsatzes von Hochtemperatur- reaktoren gegenüber Leichtwasserreaktoren	13
1.3.3	Zusätzliche Vorteile des Einsatzes von Hochtemperaturreaktoren	14
2.	ÖKONOMISCHER VORTEILSVERGLEICH ZWISCHEN HOCHTEMPERA- TURREAKTOR UND ÖLKRAFTWERK	18
2.1	Ergebnisse eines Vergleichs der Herstell- kosten	18
2.2	Kritische Anmerkungen zur Aussagefähig- keit des Vergleichs	20
2.3	Vergleich der Eigenkapitalrentabilität beider Kraftwerke mithilfe einer Methode der dynamischen Investitionsrechnung	22
2.3.1	Voraussetzungen des Vergleichs	22
2.3.2	Einflußgrößen der Vergleichsrechnung	29
2.3.2.1	Konstanten	29
2.3.2.2	Parameter	30
2.3.2.3	Ausgangsgleichungen zur Errechnung des Eigenkapitalertragswertes des Hochtempe- raturreaktors	31

	Seite
2.3.2.4	Ausgangsgleichungen zur Errechnung des Eigenkapitalertragswertes des Ölkraftwerkes 35
2.3.2.5	Der Restwert der Kraftwerke 36
2.4	Ergebnisse 37
2.4.1	Die unterschiedlichen Einnahmen- und Ausgabenstrukturen im Kraftwerksvergleich 37
2.4.2	Maximaler Eigenkapitalertragswert und optimale Lebensdauer im Kraftwerksvergleich 39
2.4.3	Der Einfluß von Preissteigerungen der Anlageinvestition auf den Eigenkapitalertragswert des Hochtemperaturreaktors 45
2.4.4	Der Einfluß von Preissteigerungen der Anlageinvestition und des Heizölpreises im Kraftwerksvergleich 47
3.	DER AUFBAU EINES MODELLS ZUR DARSTELLUNG VERSCHIEDENER EINFLUSSFAKTOREN AUF DIE STANDORTWAHL VON INDUSTRIEKOMPLEXEN DER GROSSCHEMIE 51
3.1	Standortfaktoren in der Chemischen Industrie 51
3.1.1	Begriffsbestimmungen 51
3.1.2	Unbedingt wirksame Standortfaktoren 51
3.1.2.1	Investitionsklima 51
3.1.2.2	Infrastruktur 52
3.1.2.3	Bodenfläche 52
3.1.2.4	Verfahrensbedingte Faktoren 52
3.1.3	Bedingt wirksame Standortfaktoren 52
3.1.3.1	Faktoren, die die Wirtschaftlichkeit des einzelnen Verfahrens beeinflussen 53
3.1.3.1.1	Bodenverhältnisse 53
3.1.3.1.2	Klima-, Luft- und Wasserverhältnisse 54
3.1.3.1.3	Auflagen 54
3.1.3.1.4	Rohstoffe 55
3.1.3.1.5	Energieversorgung 55
3.1.3.1.6	Arbeitskräfte 55
3.1.3.2	Faktoren, die die Wirtschaftlichkeit eines Chemiekomplexes zusätzlich beeinflussen 56

III

	Seite
3.1.3.2.1	Besonderheiten eines Chemiekomplexes 56
3.1.3.2.2	"scale economies" 56
3.1.3.2.3	"economies of spatial juxtaposition" 57
3.1.3.3	Staatliche Eingriffe 57
3.1.3.4	Weitere wirksame Standortfaktoren 58
3.1.4	Zusammenfassung: 58
	Ein Gliederungsschema für Standort-
	planungen in der Chemischen Industrie
3.2	Zur Zielfunktion des Standortmodells 60
3.2.1	Das Kriterium der Minimierung volks- 60
	wirtschaftlicher Kosten
3.2.2	Betriebswirtschaftliche Zielfunktionen 61
3.2.2.1	Kosten- und ertragsorientierte Ziel- 61
	funktionen
3.2.2.2	Rentabilitätsorientierte Zielfunktionen 62
3.2.2.3	Dynamische Optimierungsmodelle 62
3.2.3	Die gewählte Zielfunktion 63
3.3	Ein Modellkomplex der Großchemie als 64
	Untersuchungsgegenstand
3.4	Der Untersuchungsraum 71
3.4.1	Die Auswahl der Länder 72
3.4.2	Die Bestimmung potentieller Standorte 74
	innerhalb der ersten sechs Mitglied-
	staaten der EWG
4.	ABSATZSTUDIE ZUR BESTIMMUNG VON VERBRAUCHSSCHWER- 78
	PUNKTEN DER PRODUKTGRUPPEN DES MODELLKOMPLEXES
4.1	Vorbemerkung 78
4.2	Methodisches Vorgehen 78
4.2.1	Die Zuordnung der Produktgruppen zu 78
	geeigneten Industriefolgezweigen
4.2.2	Die Berechnung der regionalen Verteilung 79
	des Verbrauchs auf die Industriefolge-
	zweige

	Seite
4.2.2.1 Die "Arbeiter des Industriezweiges" und der "durchschnittliche regionale Stundenlohn" als Verteilungskriterien für den Verbrauch im Industriefolgezweig	79
4.2.2.2 Die Summenkurve nach Lorenz als Kriterium zur Abgrenzung verbrauchsstarker und verbrauchsschwacher Regionen	81
4.2.2.3 Zur Festlegung repräsentativer Standorte in den verbrauchsstarken Regionen	83
4.2.2.3.1 Der Absatzschwerpunkt bei kollinearen Verbrauchsorten	84
4.2.2.3.2 Der Absatzschwerpunkt bei einem Verbrauchspolygon	86
4.2.2.3.3 Grenzen bei der Anwendung dieser Methoden auf empirische Untersuchungen	86
4.3 Die regionale Verteilung des Verbrauchs von Synthesekautschuken, Polymerisaten und Kondensaten	87
4.3.1 Der Gesamtverbrauch der Produktgruppen in den untersuchten EWG-Ländern	87
4.3.2 Verbrauchsanteile der Produktgruppen in den Industriefolgezweigen	89
4.3.2.1 Gummi- und Asbestverarbeitung	89
4.3.2.2 Kunststoffverarbeitung	89
4.3.2.3 Chemiefasererzeugung	90
4.3.3 Die Verteilung der Verbrauchsmengen auf die einzelnen Gebiete	90
4.3.4 Die Festlegung repräsentativer Verbrauchsorte für den Absatz der Produktgruppen	92
4.3.4.1 Synthesekautschuke	92
4.3.4.2 Polymerisate	93
4.3.4.3 Kondensate (Polyester, Polyamide, Polyacrylate)	93
4.4 Die Berechnung des Verbrauchs einzelner Gebiete an petrochemischen Grund- und Zwischenprodukten	94

		Seite
4.4.1	Geschätzte Verbrauchsanteile in den EWG-Ländern	94
4.4.2	Regionale Verbrauchsschwerpunkte für Grund- und Zwischenprodukte	96
4.4.3	Repräsentative Absatzorte für Grund- und Zwischenprodukte	97
4.5	Ergebnis	98
5.	ERARBEITUNG EINES RECHENPROGRAMMES ZUR LÖSUNG DES STANDORTMODELLS - QUANTITATIVE BESTIMMUNG DER AUFWANDS- UND ERTRAGSKOMPONENTEN UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DES ALTERNATIVEN EINSATZES KONVENTIONELLER KRAFTWERKE UND HOCHTEMPERATURREAKTOREN IN DAS MODELL	99
5.1	Die standortunabhängige Berechnung der Herstellkosten der einzelnen Verfahren	99
5.1.1	Die Herstellkostenarten im einzelnen - Beschreibung und Bewertung -	99
5.1.1.1	Kapitalkosten	100
5.1.1.2	Materialkosten	102
5.1.1.3	Energiekosten	103
5.1.1.4	Arbeitskosten	104
5.1.1.5	Reparaturkosten	105
5.1.1.6	Analysekosten	106
5.1.1.7	Kostensteuern	106
5.1.1.8	Werksgemeinkosten	106
5.1.2	Die Berechnung des Ertrags der einzelnen Verfahren	107
5.1.3	Die Berechnung des Betriebsergebnisses	108
5.2	Der Übergang von einer statischen, verfahrensbezogenen Kostenberechnung zu einer mehrperiodischen Investitionsrechnung für den gesamten Modellkomplex	109
5.2.1	Festlegung des Planungshorizontes sowie der Zeitschritte der Einnahmen/Ausgaben-Rechnung	109

		Seite
5.2.2	Der Ersatz von Kosten und Verrechnungserlösen durch Einnahmen und Ausgaben	110
5.3	Die Einführung standort- und zeitabhängiger Zahlungsreihen ohne Berücksichtigung staatlicher Aktivität	111
5.3.1	Einnahmen in Abhängigkeit von Erlösen auf Teilmärkten	111
5.3.2	Transportausgaben in Abhängigkeit von Entfernungen und Frachtsätzen	112
5.3.3	Materialausgaben unter besonderer Berücksichtigung der Naphthapreisentwicklung	114
5.3.4	Energieausgaben in Abhängigkeit vom Brennstoffwärmepreis	116
5.3.4.1	Unterschiede zwischen nuklearen und konventionellen Brennstoffausgaben	116
5.3.4.2	Die Berechnung der gesamten jährlichen Ausgaben des Modellkomplexes für Energie	118
5.3.5	Arbeitsausgaben in Abhängigkeit von Arbeitskostensätzen, durchschnittlicher Arbeitszeit sowie dem Verhältnis Arbeiter-Angestellte	119
5.3.6	Die Berechnung des standort- und zeitabhängigen vorläufigen Einnahmenüberschusses	121
5.4	Die Beeinflussung der Standortwahl durch staatliche Aktivität	122
5.4.1	Belastungen durch Steuern auf Vermögen und Ertrag	122
5.4.2	Investitionsanreize	123
5.5	Die Berechnung der Periodenüberschüsse für Standorte in der BRD	125
5.6	Die Berechnung der Periodenüberschüsse für Standorte in den Niederlanden	127
5.7	Die Berechnung der Periodenüberschüsse für Standorte in Belgien	128
5.8	Die Berechnung der Periodenüberschüsse für Standorte in Luxemburg	129

		Seite
5.9	Die Berechnung der Periodenüberschüsse für Standorte in Frankreich	130
5.10	Die Berechnung der Periodenüberschüsse für Standorte in Italien	132
6.	ERGEBNISSE UND DISKUSSION DER MODELLRECHNUNGEN	135
6.1	Ergebnisse des Vergleichs statischer Herstellkosten	135
6.1.1	Die Höhe einzelner Kostenarten des Chemiekomplexes und deren Berechnungsgrundlagen	135
6.1.2	Der Einfluß von Energie- und Baupreissteigerungen auf die Herstellkosten des Chemiekomplexes	138
6.2	Ergebnisse des mehrperiodischen, standortbezogenen Investitionsvergleichs	141
6.2.1	Die Bedeutung der nuklearen Energieversorgung für die Eigenkapitalertragswerte des Modellkomplexes an den untersuchten Standorten	141
6.2.2	Wirkungsanalyse der wesentlichen Faktoren, die die Eigenkapitalertragswerte bestimmen	148
6.2.2.1	Der Kalkulationszinsfuß	148
6.2.2.2	Staatliche Investitionsanreize	150
6.2.2.3	Der Energiepreis	153
6.2.2.4	Vermögen- und Ertragsteuern	154
6.2.2.5	Arbeitslöhne, Arbeitszeiten, Arbeitsintensität	156
6.2.2.6	Rohstoffpreise	158
6.2.2.7	Transportausgaben	159
6.2.3	Die Ausgabenstruktur ausgewählter Standorte	161
6.3	Anmerkungen zu wesentlichen Voraussetzungen der Ergebnisse	163

	Seite
6.3.1 Die Probleme "Differenzinvestition" und "Reininvestition der Periodenüber- schüsse"	164
6.3.2 Das Problem des Basiszeitpunktes der Modellrechnungen	166
7. SCHLUSSFOLGERUNGEN	168
Literaturverzeichnis	176

1. DIE ENERGIEVERSORGUNG IN DER CHEMISCHEN INDUSTRIE UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DES ZUKÜNFTIGEN EINSATZES VON HOCHTEMPERATURREAKTOREN - EINE EINFÜHRUNG -

1.1 Der Energiebedarf der Chemischen Industrie

Die im Produktionssektor Chemie erfaßten Fertigungsbetriebe, im folgenden "Chemische Industrie" genannt, lassen sich in vier Hauptgruppen unterteilen [1 ;2 , S. 43 ff.] :

- 1.) "Betriebe zur Herstellung anorganischer Industriechemikalien
- 2.) Betriebe zur Herstellung organischer Industriechemikalien
- 3.) Betriebe zur Herstellung chemischer Spezialerzeugnisse, die vorwiegend zur Weiterverarbeitung bestimmt sind
- 4.) Betriebe zur Herstellung chemischer Spezialerzeugnisse, die vorwiegend für den Konsum bestimmt sind."

Vornehmlich für die Hauptgruppe 2.) - auch als Kohlenstoffchemie bezeichnet - erfüllt der notwendige Einsatz des Produktivfaktors Energie eine doppelte Funktion: Soweit die Energieträger fossilen Ursprungs (C-Atom-Träger) sind, können sie als Rohstoff für die organische Synthese oder als Betriebsstoff für die Nutzenergieerzeugung (Wärme, Licht, Kraft) eingesetzt werden. Es ist daher von Interesse, nicht nur den gesamten Energieverbrauch dieses wichtigen volkswirtschaftlichen Produktionssektors zu erfassen, sondern auch eine quantitative Aufschlüsselung nach rohstoff- und betriebsmittelbestimmtem Energieverbrauch durchzuführen.

Dazu ist es notwendig, die verwendeten Energiebegriffe zu definieren. Zur Vermeidung von Doppelzählungen sowie zur Abgrenzung des rohstoffbestimmten (nicht-energetischen) Verbrauchs vom betriebsmittelbestimmten Verbrauch wird der energetische Verbrauch der Chemischen Industrie in der relevanten deutschen Statistik [3] als Endenergieverbrauch ausgewiesen, d.h. als

Verbrauch nach Abzug des Eigenbedarfs der Kraftwerke, aller Umwandlungs- und Fortleitungsverluste sowie des nicht-energetischen Bedarfs. Der energetische Verbrauch ist also nicht mit dem gesamten Energieverbrauch der Chemischen Industrie gleichzusetzen. Letzterer umfaßt den rohstoffbestimmten Verbrauch an Primär- und Sekundärenergieträgern, den Selbstverbrauch (Stromkennzahl · Stromeigenerzeugung) der industrieeigenen Energieumwandler und den Endenergieverbrauch. Die Summe aus Energieumwandlungsverbrauch und Endenergieverbrauch kann als betriebsmittelbestimmter Energieverbrauch bezeichnet werden. Diese Unterscheidungen trifft auch Abb. 1 auf Seite 3, die die Entwicklung des gesamten Energieverbrauchs der Chemischen Industrie der BRD während der Jahre 1961-1971 ausweist.

Danach betrug der gesamte Verbrauch 1961 22,8 Mio t SKE, 1970 aber bereits 46,4 Mio t SKE, was mehr als einer Verdopplung des Energieverbrauchs innerhalb einer Dekade entspricht oder einem durchschnittlichen Zuwachs von 7,4 %/a.

Der Hauptanteil des Zuwachses wurde durch die verstärkte Nachfrage nach Mineralölprodukten ausgelöst, die allerdings nur zu einem Teil auf dem bekannten Substitutionsprozeß mit den festen Brennstoffen im Bereich der Betriebsmittelenergie (vgl. den unteren schraffierten Teil des Bildes) zurückzuführen ist. Der Zuwachs des gesamten Verbrauchs an Energieträgern resultiert auch aus dem Bedarfszuwachs an Mineralölprodukten im Bereich des nicht-energetischen Verbrauchs, d.h. im Bereich des Rohstoffverbrauchs an Kohlenwasserstoffen. War die Relation von rohstoffbezogenem Verbrauch zu betriebsmittelbezogenem Verbrauch 1960 noch 33,2 % / 66,8 %, so hat sich dieses Verhältnis 1971 deutlich verändert auf 52,2 % / 47,8 %.

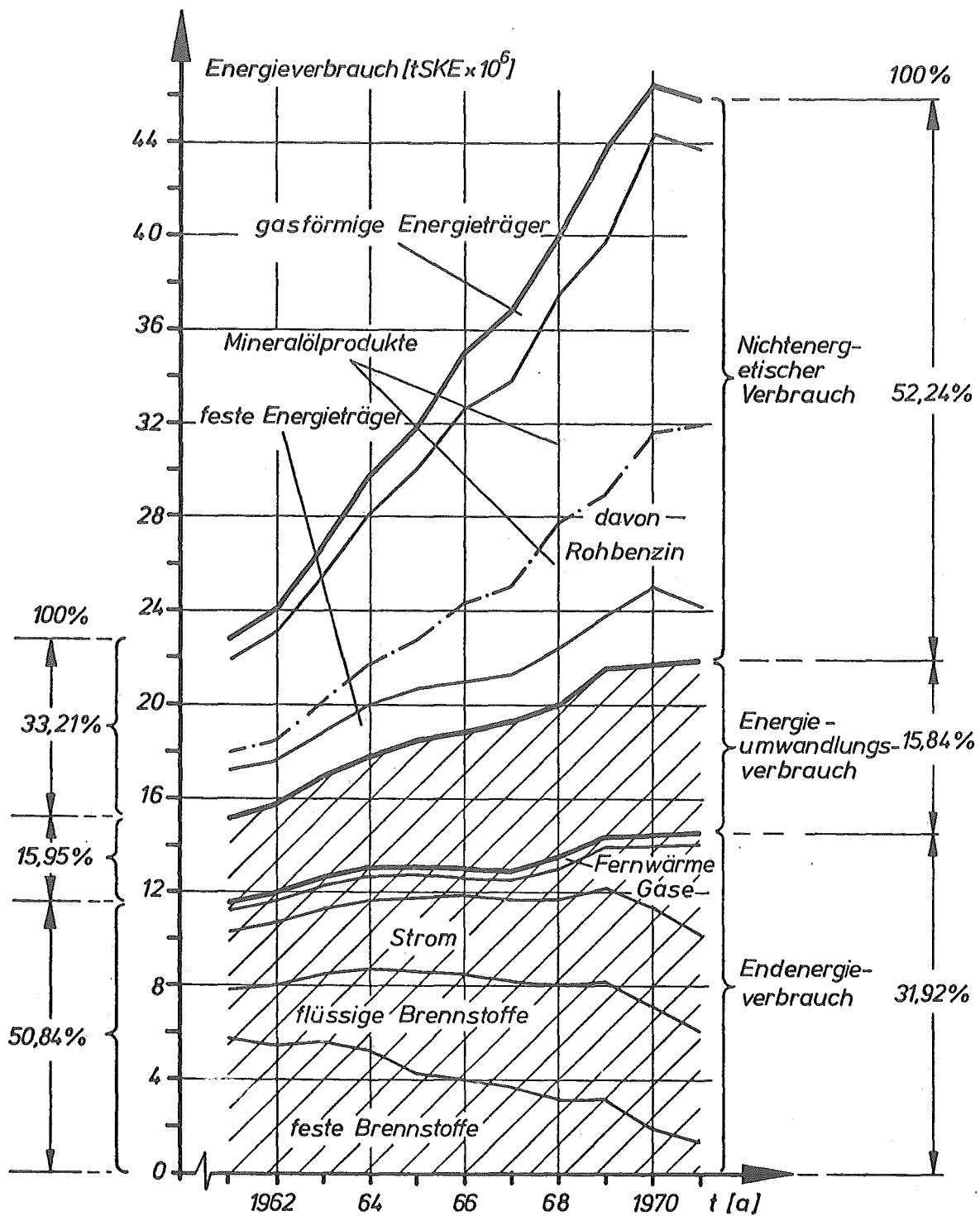


Abb. 1: Die Entwicklung des Energieverbrauchs der Chemischen Industrie der Bundesrepublik Deutschland (BR)
Quellenmaterial aus [3;4]

Die strukturellen Änderungen des Energieträgereinsatzes lassen sich für den Bereich der Endenergie aus der folgenden Abb. 2 ablesen.

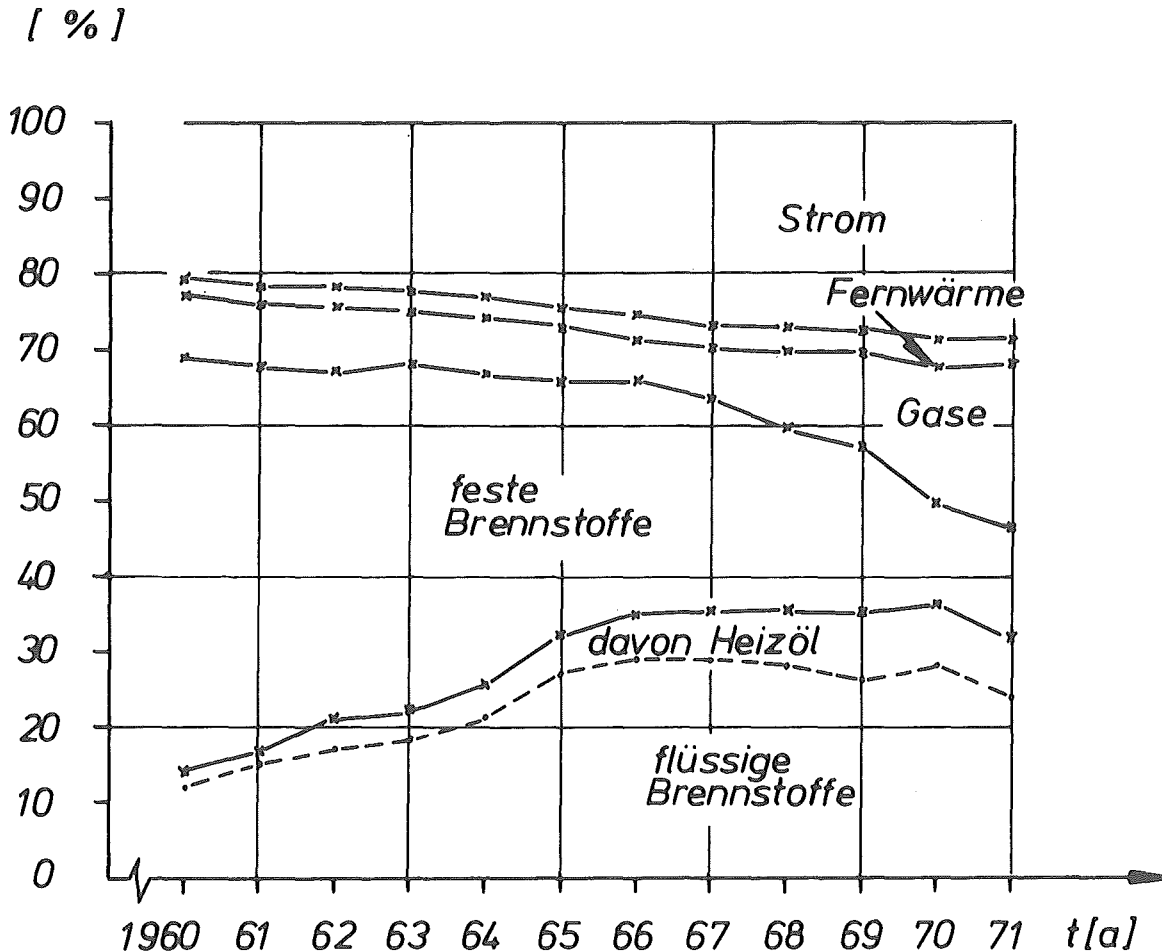


Abb. 2: Die Anteile der Energieträger am Endenergieverbrauch der Chemischen Industrie der BR. Quellenmaterial aus [3;4]

Diese Abb. zeigt die Entwicklung der Verbrauchsanteile an flüssigen, festen und gasförmigen Brennstoffen sowie von Strom und Fernwärme in Prozent. Danach halten bis zur Mitte der 60er Jahre die flüssigen und festen Brennstoffe zusammen einen nahezu konstanten Verbrauchsanteil von etwas über 65 %, wobei der Verbrauchszuwachs an flüssigen Brennstoffen gerade der Verbrauchsabnahme der festen Brennstoffe entspricht. Seit 1966 nimmt der Anteil der festen Brennstoffe zugunsten des verstärkten Einsatzes von

gasförmigen Brennstoffen (haupts. Erdgas) ab; der Endenergieverbrauchsanteil der flüssigen Brennstoffe - fast ausschließlich schweres Heizöl - dagegen stagniert bei ca. 35 %. -

Bemerkenswert ist in der Industriegruppe Chemie auch der im Vergleich zur Gesamtindustrie hohe und weiter wachsende Anteil elektrischer Energie am Endenergieverbrauch (1960; ca. 20 %, 1971: ca. 30 %). Hier ist sowohl der fremdbezogene Strom als auch der in eigenen Anlagen erzeugte Strom erfaßt; die zur Erzeugung verwendeten Brennstoffe sind mithin bereits in der Fläche des Stromverbrauchs enthalten. Der Anteil der - fremdbezogenen - Fernwärme hat während des aufgezeichneten Zeitraums 3 % nicht überschritten.

Ein etwas anderes Bild ergibt sich aus der strukturellen Entwicklung des rohstoffbestimmten Energieverbrauchs (Abb. 3):

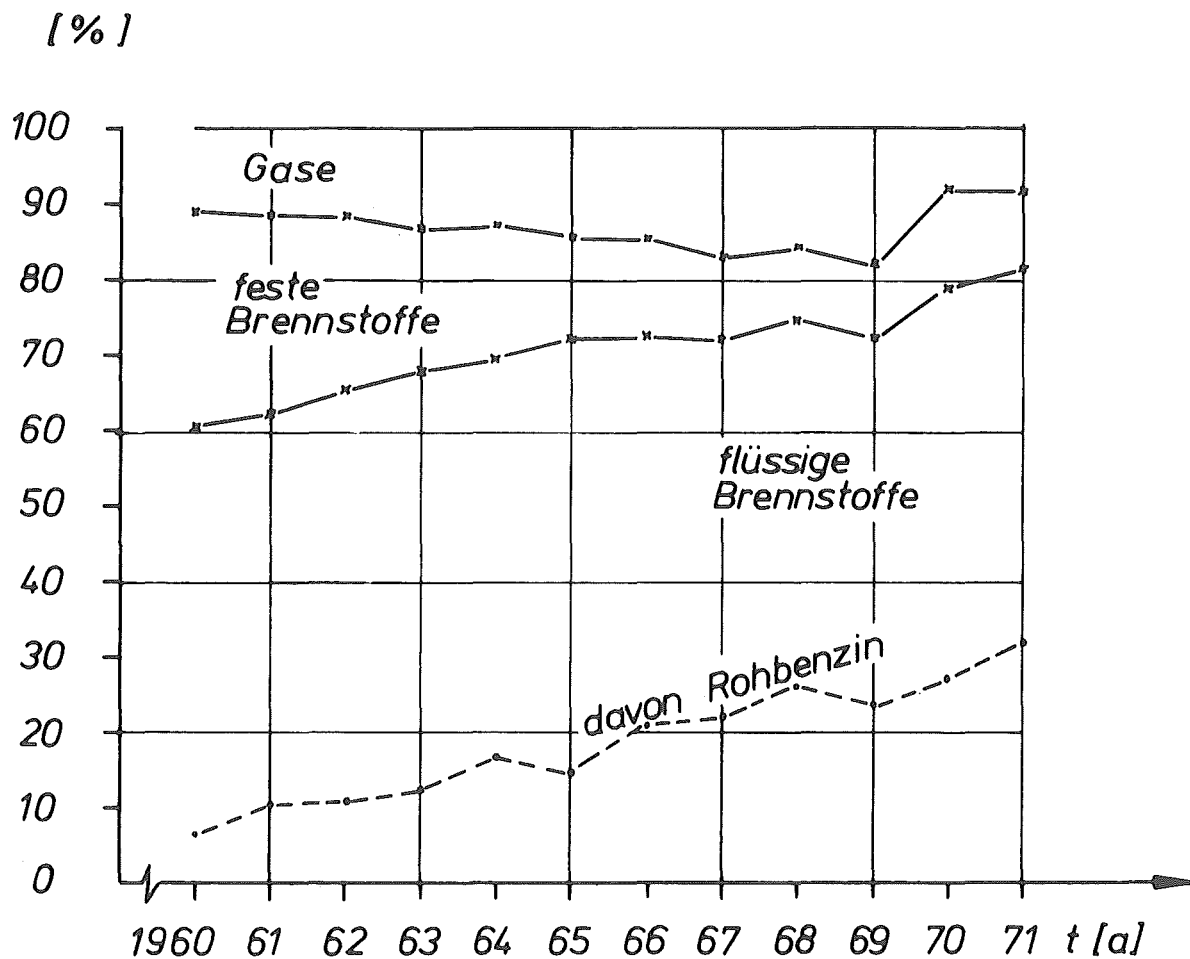


Abb. 3: Die Anteile der Energieträger am Rohstoffverbrauch der Chemischen Industrie der BR: Quellenmaterial aus [3;4]

Zwar läßt sich auch hier eine Tendenz weg von den festen und hin zu den flüssigen und gasförmigen Energieträgern feststellen. Jedoch steigt der prozentuale Verbrauchsanteil der Rohstoffe auf Petrobasis stetig an, zulasten der festen, seit 1969 aber auch zulasten der gasförmigen Brennstoffe. Der wesentliche Einzelrohstoff ist hier das Rohbenzin (Naphtha), das am gesamten Kohlenwasserstoffbedarf der Chemie 1971 einen Anteil von über 30 % erreicht hat.

Dieser durch ausschließlich fossile Energieträger abgedeckte Rohstoffverbrauch der Chemischen Industrie war durch das überdurchschnittliche Wachstum dieses Industriezweiges in den 60iger Jahren weitgehend vorgegeben und ist durch nicht-fossile Energieträger, wie z.B. Wasserstoff oder Kernenergie auch nicht substituierbar.

Der Endenergieverbrauch dieses Industriesektors dagegen entwickelte sich wie der Durchschnitt der gesamten Industrie. Mit ca. 16 % am gesamten Endenergieverbrauch ist die Chemische Industrie (1971: 14,6 Mio t SKE) nach der Eisenschaffenden Industrie (1971: 27,7 Mio t SKE) zweitgrößter industrieller (End-)Energieverbraucher [4, S. 17]. Die Arten der Nutzung sowie der Zuwachs des Endenergieverbrauchs werden hier bestimmt durch die vielfältigen Verfahren, "sei es als Reaktionswärme bei endothermen Prozessen, als elektrischer Strom bei den Elektrolysen oder in den verschiedensten Formen für physikalische Prozesse, wie insbesondere Destillieren und Eindampfen, aber auch Zerkleinern, Lösen, Schmelzen, Komprimieren, Fördern usw., von denen in der Technik alle chemischen Umsetzungen begleitet sind" [5, S. 490].

1.2 Die gegenwärtige Deckung des Energiebedarfs

Die in der Hauptsache für chemische Reaktionen benötigte Wärme, kurz "Prozeßwärme" genannt, muß unter Rücksichtnahme auf die unterschiedlichen Reaktionstemperaturen chemischer Umsetzungen in verschiedenen Zuständen bereitgestellt werden. Unterscheidungsmerkmale dieser bereitzustellenden Wärmezustände sind Art, Druckzustand und Temperatur des Wärmeübertragungsmediums, wobei sich aufgrund physikalischer Gesetze funktionale Abhängigkeiten

zwischen Temperatur und Druckzustand des Wärmeträgers ergeben. -

Aus thermodynamischen Gründen wird für chemische Prozesse, deren Reaktionen bei bis zu 320°C stattfinden, leicht überhitzter Wasserdampf als Wärmeträger bevorzugt. (Vgl. zur näheren Erläuterung [6, S. 17-19].) Dieser im Kraftwerksbereich eines Chemiewerkes zentral erzeugte sogenannte Prozeßdampf wird normalerweise in zwei oder drei Rohrleitungsnetzen mit unterschiedlichem Druck (3 bis 30 at, entsprechend 140°C bis 320°C) zu den Verbrauchspunkten transportiert. Die benötigten Wärmemengen auf hohem Temperaturniveau ($t > 320^{\circ}\text{C}$) dagegen werden gegenwärtig direkt an den einzelnen, dezentral verteilten Verbrauchspunkten durch die Verbrennung (kohlenstoffhaltiger) flüssiger oder gasförmiger Brennstoffe erzeugt.

Der viele Verfahren kennzeichnende simultane Bedarf an Prozeßdampf und Strom hat zur industriell erprobten Entwicklung konventioneller Kraftwerksanlagen geführt, die die benötigte elektrische und Wärmeenergie im Kuppelprozeß erzeugen. 1971 waren ca. 65 % aller an Industriebetriebe gelieferten Dampfturbinen ($> 3 \text{ MW}$) Typen, die für den Kraft-Wärmeverbund vorgesehen sind [7, S. 34]. Dieses auch den Energiebereich der Chemischen Industrie bestimmende "Prinzip der Wärme-Kraft-Kopplung" rechtfertigt daher eine eingehendere Betrachtung. Es läßt sich an dem vereinfachten Schaltbild der Abb. 4 auf S. 8 anschaulich darstellen.

In einer Hochdruckkesselanlage (1) wird Frischdampf mit deutlich höheren Temperaturen erzeugt, als dies für einen chemischen Prozeß erwünscht ist. Dieser Frischdampf wird in eine Gegendruckturbine (2) geleitet, die die Wärmeenergie in mechanische Energie umwandelt und hierdurch den Frischdampf auf einen gewünschten Prozeßdampfzustand, z.B. Hochdruckprozeßdampf (HD-PD: $\geq 20 \text{ at}$) entspannt. Dieser Prozeßdampf kann (teilweise) an einen Wärmeverbraucher, d.h. an eine chemische Anlage weitergegeben werden (4). Der nicht benötigte Dampf des gleichen Zustandes wird auf eine Entnahmeturbine (3) geleitet; wiederum wird Wärmeenergie in mechanische Energie umgewandelt. Der Dampf entspannt sich hierdurch weiter, z.B. auf ein Niederdruckprozeßdampfniveau (ND-PD: 3-5 at), das ebenfalls an einen Wärmeverbraucher (6) weitergegeben werden kann. Außerdem ist die

werden hochwarmfeste austenitische Materialien erforderlich, die aufgrund ihrer sehr hohen Preise in den meisten Fällen zur Unwirtschaftlichkeit der Dampfkraftwerke führen. Nach unten ist die Temperatur durch die Kühlmöglichkeiten begrenzt.

Die betriebswirtschaftlichen Wirkungen dieser nicht-limitationalen Kuppelproduktion äußern sich in mehrfacher Hinsicht:

Erstens können durch die optimale Ausnutzung der Wärmeenergie Gesamtkraftwerkswirkungsgrade bis zu 90 % erzielt werden [6, S. 13 und die dort angegebene Literatur]. - Zum Vergleich: Bei einer reinen Stromerzeugung, wie sie für die öffentliche Energieerzeugung typisch ist, werden durchschnittlich Gesamtkraftwerkswirkungsgrade von ca. 30 % erreicht. -

Zweitens kann durch die - in Grenzen - substituierbaren "Energie-Produkte" eine tendenziell höhere Jahresausnutzungsdauer der Kraftwerke erreicht werden, was sich in einem hohen Anteil "genutzter" fixer Kosten äußert und die spezifischen Energieerzeugungskosten senkt. Drittens wird durch diesen Kuppelbetrieb das Absatzrisiko vermindert, da dem Nachfrageausfall einer Energieart mithilfe einer anderen Kraftwerksbetriebsweise durch die verstärkte Produktion der übrigen Energiearten begegnet werden kann. Diesen Vorteilen steht jedoch viertens ein relativ größeres Produktionsrisiko gegenüber, da durch den Ausfall einer Kraftwerksanlage Nachfrager verschiedener Energiearten gleichzeitig betroffen werden.

Zur Minimierung des Produktionsrisikos werden in der industriellen Kraftwirtschaft daher erstens Kraftwerke kleinerer Kapazität verwendet und auch zugebaut, als dies bei der öffentlichen Energieversorgung der Fall ist. Eine Aufstellung [7, S. 32] zeigt beispielsweise, daß 97,5 % aller nach § 4 Energiewirtschaftsgesetz 1971 angezeigten Dampfturbinen der öffentlichen Energieversorgung eine Leistung von > 200 MW aufweisen, wohingegen 64,6 % aller angezeigten industriellen Eigenanlagen in der Leistungsgruppe 11-40 MW zu finden sind. Zweitens werden zur Bereitstellung von Reservekapazität Einzelblockgrößen zugebaut, die in der Chemischen Industrie etwa 20 % - 40 % der bereits installierten Dampfleistungen ausmachen. Die dadurch zwangsläufig entstehenden Leerkosten ("der Preis für das Pro-

duktionsrisiko im Kraftwerksbereich") könnten vermindert werden, wenn ein die Grenzen der Produktionsbetriebe überschreitender Energieverbundbetrieb für alle Endenergiearten möglich wäre. Dann könnten gleichzeitig die auch in Industriebetrieben auftretenden Probleme der Spitzenlastabdeckung kostengünstiger gelöst werden. Ein solcher Energieverbund findet jedoch nur im Bereich der Stromerzeugung statt. Vgl. hierzu Tabelle 1:

Tabelle 1: Eigenerzeugung und Fremdbezug von Strom in der Chemischen Industrie der BR

Strombilanz 1971 (10 ⁶ kwh)	Chemische Industrie	Industrie insgesamt
Eigenerzeugung	15 798,8	83 908,8
Bezug	22 313,5	101 890,9
Abgabe	2 828,6	49 529,7
Verbrauch	35 283,7	136 270,0

Quelle: [7, S. 138]

Danach wurden 1970 nur ca. 45 % des gesamten Stromverbrauchs der Chemischen Industrie der BR in Eigenanlagen erzeugt (Industrie insgesamt ca. 62 %). Berücksichtigt man noch die Abgabe des selbsterzeugten Stroms an das öffentliche Netz und an andere Betriebe, so läßt sich ein Strom-Selbstversorgungsgrad der Chemischen Industrie von nur ca. 37 % errechnen. Der entsprechend hohe Verbundanteil, hauptsächlich mit der öffentlichen Stromversorgung, ist trotzdem noch geringer als im Durchschnitt der gesamten Industrie. Dort beträgt der Selbstversorgungsgrad nur etwa 25 %.

Ein Verbund ähnlichen Umfangs, der die Probleme der Reservehaltung und des Ausfallrisikos im Bereich des Prozeßdampfbedarfs in der Chemischen Industrie lösen könnte, liegt dagegen nicht vor und ist auch in Zukunft nicht möglich. Die im Wasserdampf enthaltene Wärme läßt sich mit ökonomisch vertretbarem Aufwand nicht über größere Entfernungen - in der Literatur werden 3 bis 5 km angegeben - transportieren. "Da der Bedarf der Industrie-
gruppe Chemie an der Sekundärenergieform elektrischer Strom nur

etwa 20 % des Gesamtenergiebedarfs ausmacht .. und der weitaus größere Anteil auf die Wärmeenergie (bzw. Rohstoffe) entfällt, kann der Eigenerzeugungsanteil der Chemischen Industrie an benötigter Nutzenergie auf 80 % - 90 % geschätzt werden"

[6 , S. 17].

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß der hohe Bedarf der Chemischen Industrie an Energieträgern aus deren doppelter Funktion, nämlich Rohstoff und Betriebsmittel zu sein, resultiert. Der nicht rohstoffgebundene Energieträgerbedarf wird verwendet in den Nutzenergieformen Licht, Kraft und - vor allem - Wärme. Die Deckung dieses Bedarfs hat zur Entwicklung spezieller Kraftwerkstypen und -schaltungen geführt. Der Selbstversorgungsgrad mit Betriebsmittelenergie ist - besonders auf dem Wärmesektor - vergleichsweise hoch.

Unbefriedigend bleibt, daß die fossilen Energieträger nicht ausschließlich der Rohstoffversorgung dienen.

1.3 Aspekte einer zukünftigen betriebsmittelbestimmten Energiebedarfsdeckung durch Kernkraftwerke

1.3.1 Generelle Vorteile des Einsatzes von Kernkraftwerken gegenüber konventionellen Kraftwerken

Geht man davon aus, daß ab 1980 in der Chemischen Industrie Kernkraftwerke in nennenswertem Umfang eingesetzt werden, so kann durch sie der betriebsmittelbestimmte Energieverbrauch zu wesentlichen Teilen substituiert werden. Hieraus resultieren dann bedeutende Ersparnisse an fossilen Brennstoffen, die in einer Abschätzung für die BR während der Jahre 1980-1990 mit $118 \cdot 10^6$ t SKE [6 , S. 116] ausgewiesen werden. Das entspricht etwas mehr als der Hälfte des gesamten Endenergieverbrauchs der deutschen Volkswirtschaft im Jahre 1971. Die beim Einsatz von Kernkraftwerken wegfallenden Schadstoffemissionen führen zu einer verbesserten Umweltfreundlichkeit der industriellen Energieerzeugung, die nicht unwesentlich ist, da die Emissionen von SO_2 , NO_x , Stäuben usw. bei der Energieerzeugung bereits heute größer sind als bei der industriellen Produktion selbst [6 , S. 117,118]. Für zwei Referenzjahre, die Jahre 1990 und 2000, wurden die Schadstoffemissionen errechnet, die bei einer Substitution konventioneller

durch nukleare Kraftwerkstypen vermieden werden können:

Tab. 2: *Durch Kernenergie substituierbare Kraftwerksleistung in der Industriegruppe Chemie und Schadstoffemissionen bei Deckung dieser Leistung durch verschiedene Kraftwerkstypen*

Kraftwerkstypen	bis 1990 (a) bzw. 2000 (b) substituierb.+) thermische Leistung [MW]	Emissionen [10 ³ t/a]					radio- logische Emissionen [1000 Ci/a]	Abwärme- leistung [MW _{th}]
		SO ₂	NO _x	Staub	Fluor	CO		
Steinkohle	a 24.000	570	210	38	3,6	5,2	—	6.700
	b 48.000	1140	420	76	7,2	10,4		13.400
Braunkohle	a 24.000	214	36	63	7,4	18	—	6.700
	b 48.000	428	72	126	14,8	36		13.400
Heizöl	a 24.000	590	304	9	0,32	0,09	—	6.700
	b 48.000	1180	608	18	0,64	0,18		13.400
Erdgas	a 24.000	0,16	53-230	—	—	—	—	6.700
	b 48.000	0,32	106-460	—	—	—		13.400
Siedewasserreaktor	a 24.000	—	—	—	—	—	460	12.100
	b 48.000	—	—	—	—	—	920	24.200
Druckwasserreaktor	a 24.000	—	—	—	—	—	150	12.100
	b 48.000	—	—	—	—	—	300	24.200
Hochtemperatur- reaktor++)	a 25.750	—	—	—	—	—	30	6.700
	b 53.700	—	—	—	—	—	64	13.400

*) Die angegebenen Leistungen entsprechen dem Einsatzpotential von Kernkraftwerken zur Prozeßdampf- und Stromproduktion bzw. dem Potential von Hochtemperaturreaktoren zur Lieferung von hochtemperaturiger Wärme, Prozeßdampf und Strom.

++) Die für HTR mögliche thermische Mehrleistung muß bei anderen Kraftwerkskonzeptionen zusätzlich durch Verbrennung fossiler Primärenergieträger aufgebracht werden.

Quelle: [8, S.55]

Es zeigt sich, daß durch den Einsatz der nuklearen Kraftwerkstypen alle Arten der atmosphärischen Schadstoffbelastungen, die durch eine fossile Verbrennung entstanden sind, wegfallen; andererseits radiologische Emissionen, das sind hauptsächlich Xe-133 und Kr-85, nicht vollständig zu vermeiden sind. Es kann hier nicht der Versuch unternommen werden, die einzelnen Schadstoffarten gegeneinander abzuwägen, denn eine Quantifizierung der Wirkungen der einzelnen Schädigungsarten bereitet vielfach noch Schwierigkeiten. Außerdem sind die synergistischen Wirkungen der einzelnen Schadstoffe, aber auch die der Schädigungsdosen (Schadstoffkonzentrationen·Zeit) noch nicht vollständig erforscht. Der Unterschied zwischen den konventionellen und den nuklearen Kraftwerkskonzepten liegt aber darin, daß die Belastungen durch fossile Kraftwerke die zulässigen Grenzen

in der BRD, insbesondere in Ballungsgebieten, bereits heute übersteigen, wohingegen die Belastung durch Kernkraftwerke weit unterhalb tolerierbarer Werte liegt [6, S. 127]. Als nukleares Kraftwerkskonzept eignet sich für den Einsatz in der Chemischen Industrie nach dieser Tabelle vor allem der Hochtemperaturreaktor, da er von allen Kraftwerkstypen sowohl die geringsten Schadstoffemissionen als auch das größte Einsatzpotential aufweist.

1.3.2 Vorteile des Einsatzes von Hochtemperaturreaktoren gegenüber Leichtwasserreaktoren

Im Gegensatz zum Leichtwasserreaktor (=LWR), der Frischdampftemperaturen nur bis zu ca. 300°C zur Verfügung stellen kann, ermöglicht das Konzept des Kugelhaufen-Hochtemperaturreaktors (=HTR)¹⁾ als kombiniertes Strom-Dampf-Kraftwerk Frischdampftemperaturen, wie sie auch von konventionellen Kesseln in Dampfkraftwerken bereitgestellt werden können (ca. 530°C). Der HTR kann hierdurch auch alle Prozeßdampfmenngen hoher Temperatur (und hohen Druckes) substitutiv erzeugen, für die in der Chemischen Industrie bisher fossil beheizten Kesselanlagen notwendig waren. Hieraus resultiert das erhöhte Einsatzpotential gegenüber den LWR-Reaktoren.

Die Begrenzung der möglichen Frischdampftemperaturen beim LWR, die durch die relativ geringere Kühlmittelaustrittstemperatur bedingt ist, führt auch noch zu einem anderen langfristig wirksamen Vorteil des HTR gegenüber dem LWR. Die relativ niedrigen Dampfzustände des LWR erfordern einen hohen Kühlwasserbedarf für die Abwärmebeseitigung. Der bis zum Ende dieses Jahrzehnts an vielen Standorten notwendige Übergang von der Frischwasserkühlung zum Kühlturbetrieb verursacht aufgrund der erhöhten Kühlturminvestitionen wirtschaftliche Nachteile für den LWR oder schränkt seine Standortwahlmöglichkeiten wesentlich ein. Außerdem ergibt sich durch den LWR-Einsatz in der Chemischen Industrie ein weiterer langfristiger wirtschaftlicher Nachteil, auf den Engelhardt aufmerksam gemacht hat: "Würden LWR in der

1) Das Konzept des Kugelhaufen-Hochtemperaturreaktors hat sich weitgehend durchgesetzt. Es braucht daher im einzelnen hier nicht mehr beschrieben zu werden. Zum eingehenden Studium siehe u.a. /6,9,10,11/ und die dort angegebene Literatur.

Industriegruppe Chemie installiert, wären bei gleicher installierter Dampfleistung die in Eigenanlagen als Beiprodukt erzeugten Elektrizitätsmengen um etwa 30 % bis 60 % geringer als zum gegenwärtigen Zeitpunkt ... und die Folge wäre ein vergrößerter Stromfremdbezug oder eigene zusätzliche Kondensationskraftwerke zur Stromerzeugung" [6 , S. 46].

Daneben bestehen weitere systembedingte Vorzüge des HTR, wie z.B. die größtmögliche Sicherheit im Störfall - ein Coreschmelzen mit der daraus resultierenden Spaltproduktfreisetzung ist naturgesetzlich nicht möglich! - sowie die außerordentlich geringe Kontamination des Kühlkreislafs. Durch diese Eigenschaften könnten die psychologischen Barrieren beim Einsatz von nuklearen Kraftwerken in dicht besiedelten Industriegebieten abgebaut werden.

Außerdem ist das Kraftwerkspotential des HTR in der Kopplung mit einem Heissdampfturbinenprozeß noch nicht ausgeschöpft. Da der Wirkungsgrad des Dampfturbinenprozesses bei primärseitigen Kühlgastemperaturen von 750°C - 800°C bereits einen Sättigungswert erreicht hat, auf der anderen Seite bereits heute im AVR, Jülich, Kühlgastemperaturen von 1000°C erreicht werden (die durchaus keine obere Grenze darstellen), werden bereits Entwicklungsarbeiten betrieben, um den HTR im Direktkreislauf an eine Gasturbine für den Einsatz in der Kraftwirtschaft zu koppeln. "Da bei Einkreisanlagen der Einsatz von Trockenkühltürmen zur Abwärbeseitigung offenbar unter wirtschaftlichen Bedingungen möglich ist, kann mit dem HTR praktisch eine totale Standortunabhängigkeit erreicht werden, die in der BRD besondere Bedeutung hat" [9 , S. 36].

1.3.3 Zusätzliche Vorteile des Einsatzes von Hochtemperaturreaktoren

Die erreichten Temperaturen im Primärkreislauf des HTR gestatten es außerdem, chemische Veredlungsprozesse zu verbessern, die bislang ebenfalls nur mithilfe einer Verbrennung fossiler Energieträger durchgeführt werden konnten. Diese Möglichkeiten sind in Abb. 5 schematisch wiedergegeben:

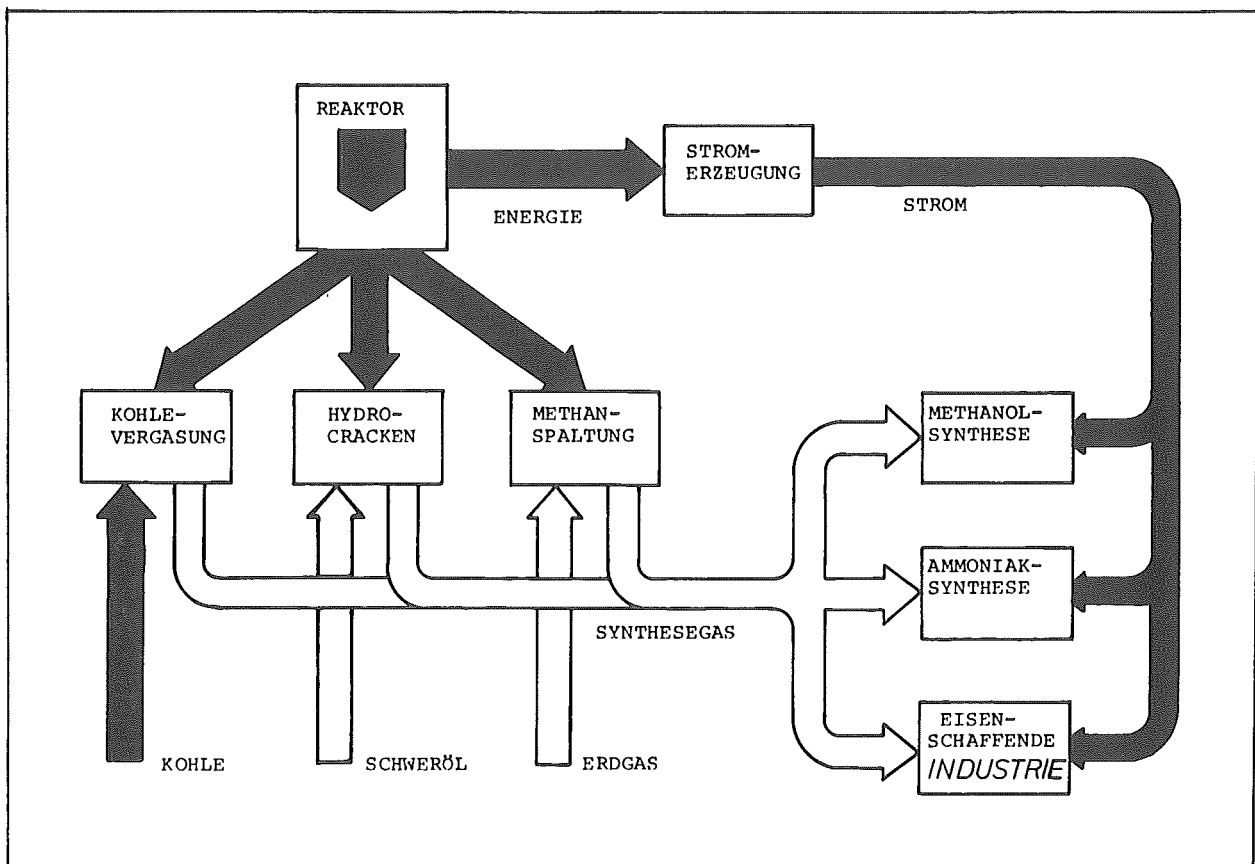


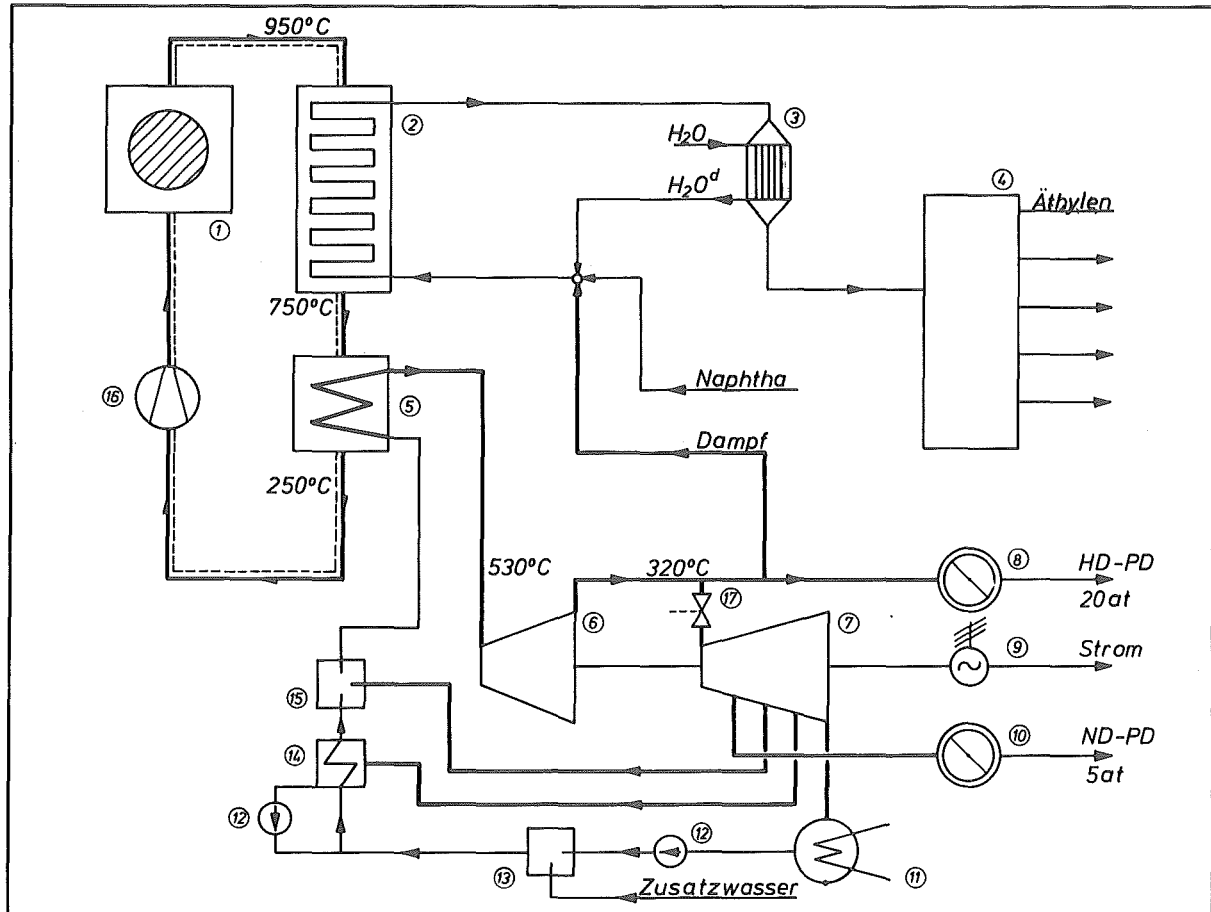
Abb. 5: Anlagekombinationen mit dem HTR als Energiequelle

Die Vergasung von Braunkohle oder Steinkohle, das Hydrocracken von schweren Heizölen, die Methanspaltung sowie die Wasserspaltung, d.h. die Erzeugung von Wasserstoff und Sauerstoff durch thermische Zerlegung von Wasser, können unter Verwendung hochtemperaturiger Wärme preisgünstiger und umweltfreundlicher gestaltet werden [12, S. 12-14; 13]. Anwendungsmöglichkeiten dieser Verfahren sind bei der Methanolsynthese, bei der Ammoniaksynthese und bei der Eisendirektreduktion gegeben, vor allem aber bei der bereits heute großtechnisch erprobten Äthylenherzeugung aus Naphtha (Rohbenzin).

Bei den derzeit angewendeten Verfahren zur Äthylenherstellung werden Naphtha oder andere Kohlenwasserstoffe in einem Röhrenspaltofen gespalten. Die für die endotherme Reaktion notwendige Energie wird durch Verbrennung von Heizgas oder Öl zugeführt, wodurch auch die zur Dampferzeugung notwendige Energie aufge-

bracht wird. An dieser Stelle besteht die Möglichkeit, nukleare Hochtemperaturwärme in den Prozeß einzukoppeln.

Vergleiche hierzu Abb . 6:



- | | |
|------------------------|--------------------------|
| 1. Kugelhaufen-HTR | 9. Stromabnehmer |
| 2. Röhrenspaltofen | 10. Wärmeabnehmer |
| 3. Quenchkühler | 11. Kühlkreislauf |
| 4. Komponententrennung | 12. Speisewasserpumpe |
| 5. Wärmetauscher | 13. Mischer |
| 6. GD-Turbine | 14. Oberflächenvorwärmer |
| 7. EK-Turbine | 15. Mischvorwärmer |
| 8. Wärmeabnehmer | 16. Verdichter |
| | 17. Ventil |

Abb. 6: Schema der Naphthaspaltung und gleichzeitiger Wärme-Kraft-Kopplung mit dem HTR

Das nuklear erhitzte Helium bringt im oberen Temperaturbereich (950°C) das Spaltgut im Röhrenspaltofen (2) auf die notwendige Spalttemperatur; der untere Temperaturbereich (bis 750°C) dient der Vorwärmung und Verdampfung des Naphtha/Dampfgemisches. Nach Verlassen des Röhrenspaltofens wird das Gasgemisch in einem Quenchkühler (3) fixiert und der anschließenden Komponententrennung (4) zugeführt [14, S.103,104]. Der sich im Bereich von 750°C anschließende Kuppelprozeß zur Erzeugung von Dampf verschiedener Zustände und Strom -(5) bis (15) - vollzieht sich dann, wie bei der Erklärung des Prinzips der Wärme-Kraft-Kopplung (vgl. 1.2) beschrieben.

Die Einsatzmöglichkeiten des HTR als Industriekraftwerk sind hiermit dargestellt. Seine Verwendung für die Äthylenerzeugung sowie sein Einsatz als Prozeßwärme- und Stromlieferant werden in dieser Modellstudie besondere Berücksichtigung finden.

2. ÖKONOMISCHER VORTEILSVERGLEICH ZWISCHEN HOCHTEMPERATUR- REAKTOR UND ÖLKRAFTWERK

2.1 Ergebnisse eines Vergleichs der Herstellkosten

Nach dieser Darstellung der technologischen Eignung und der Einsatzmöglichkeiten von Hochtemperaturreaktoren als Industriekraftwerke ist zu untersuchen, ob ihr Einsatz aus ökonomischen Gründen bereits heute gerechtfertigt ist.

Eine erste Antwort auf diese Frage versucht eine Studie zu geben, in der die Herstellkosten eines konventionellen Ölkraftwerks zur Erzeugung von Prozeßdampf und Strom mit denjenigen eines HTR gleicher Leistung verglichen werden [15, S. 133-151]. Mit einer jeweiligen Gesamtnettoleistung von ca. 190 MW_e und einer Dampf-
abgabe von 523 t/h sind diese Kraftwerke als typische Industriekraftwerke anzusehen, wie sie z.B. von Unternehmen der Großchemie für die Wärme-Kraftkopplung verwendet werden. Die Grundlagen und Daten des Vergleichs (alle Frühjahr 1972) sind in der Studie beschrieben. Sie brauchen daher hier nicht wiederholt zu werden. Die wesentlichen Ergebnisse des Vergleichs lassen sich aus Abb. 7 auf S. 19 ablesen.

Im linken Teil der Zeichnungen ist das Kostenverhalten des HTR-PR-500 in Abhängigkeit von der Jahresauslastung dargestellt, im rechten Teil entsprechend dasjenige des ÖKW. Der Kostenvergleich selbst wurde unter der Annahme einer Jahresnutzungsdauer von 7.200 h/a durchgeführt. Aus der Unterscheidung der Kostenarten in leistungs- (d.h. beschäftigungsunabhängige) und arbeitsabhängige (d.h. beschäftigungsabhängige) Kosten¹⁾ lassen sich jedoch die Daten für variable Ausnutzungsdauer errechnen. Aus der Gesamtjahreskostendarstellung (KG) in Teil A der Zeichnungen wird die unterschiedliche Kostenstruktur beider Kraftwerke deutlich: Die leistungsabhängigen Kosten (KF) betragen bei der unterstellten Jahresausnutzungsdauer im Falle des HTR ca. 75 % der Gesamtkosten, im Falle des Ölkraftwerks dagegen nur ca. 32 %. Haupteinflußfaktor dieser Kosten ist die jeweilige Anlageninvestition - beim HTR sind es 237 Mio DM, beim ÖKW 86 Mio DM -, die mit Zinsen, Abschreibungen und Kostensteuern

¹⁾Diese Unterscheidung der Kostenarten ist in der Energiewirtschaft üblich.

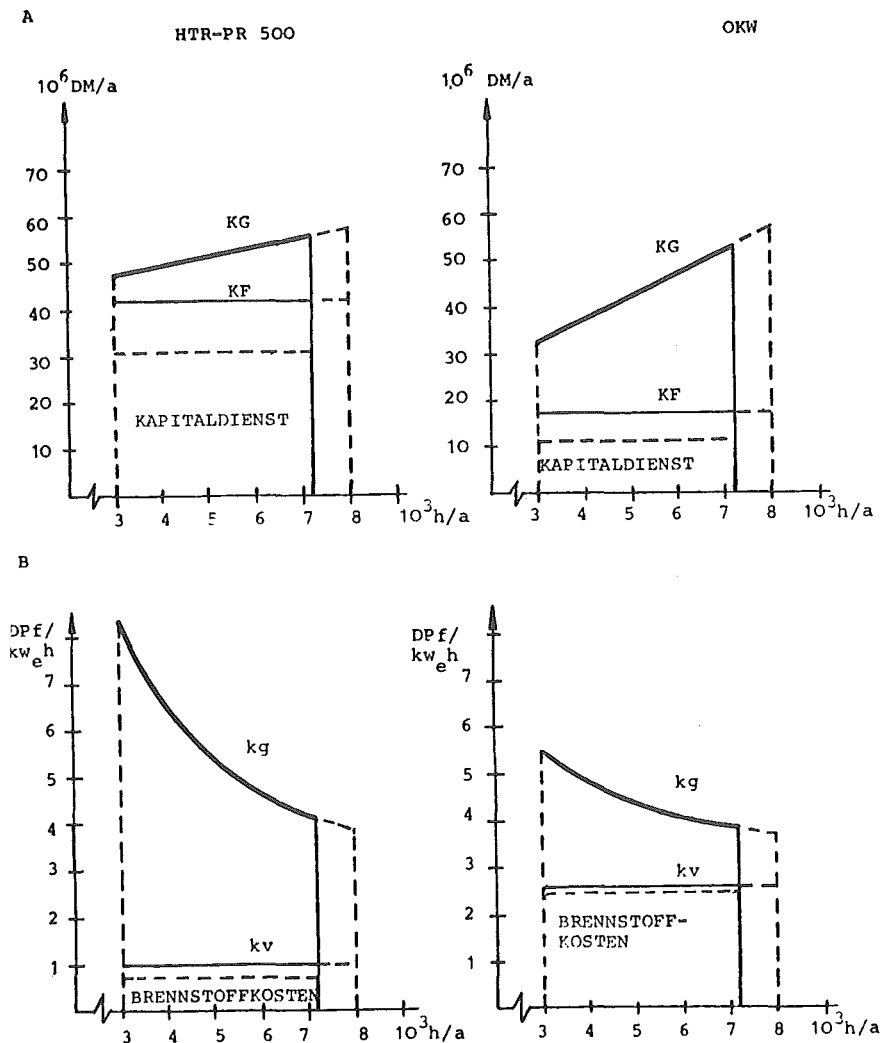


Abb. 7: Das Verhalten von Gesamtjahreskosten und spezifischen Kosten im Kraftwerksvergleich

(Kapitaldienst) bedient werden muß. Für den HTR übt diese Kostenart den bei weitem größten Einfluß auf die Herstellkosten aus.

In Teil B sind die Herstellkosten (kg), bezogen auf $1 \text{ kW}_e \text{ h}$, dargestellt. Die Prozeßdampf-abgaben beider Kraftwerke wurden hier zu Nettokondensationsstromkosten bewertet, d.h. so, als ob der Dampf in einer Kondensationsstromturbine in Strom umgewandelt würde. Diesen Zeichnungen ist die unterschiedliche Struktur beider Kraftwerke in bezug auf die Brennstoffkosten zu entnehmen. Ca. 66 % der gesamten Herstellkosten des Ölkraftwerkes entfallen auf die (variablen) Brennstoffkosten, hingegen sind es nur 20 % beim HTR. Bei einer Benutzungsdauer von 7200 h/a kostet die Kilowattstunde des HTR 4,09 DPf. Sie ist damit ca. 7 % teurer als diejenige des ÖKW, das unter der Annahme eines Preises von 100 DM/t entschwefeltes Heizöl Kondensationsstrom

zu 3,82 DPf/kW_eh erzeugt. Diese spezifischen Herstellkosten und auch die Herstellkostendifferenzen gelten - dies ist hervorzuheben - nur für die angegebene Jahresausnutzungsdauer. Das sehr unterschiedliche Kostenverhalten beider Kraftwerke gegenüber Beschäftigungsschwankungen kann aus den Degressionskurven abgelesen werden. Bei Vollaussnutzung (ca. 8000 h/a) sind Kostenunterschiede praktisch nicht mehr vorhanden. Im Teillastbetrieb (3000-5000h/a) führen die vergleichsweise hohen beschäftigungsunabhängigen Kosten des HTR zu einer wesentlich höheren Progression bei den Stromerzeugungskosten als beim Ölkraftwerk, da dessen Brennstoffkosten (kv) proportional zur Verminderung der Arbeitsleistung fallen; das bedeutet, sie bleiben in der spezifischen Kostenbetrachtung konstant. Würden beide Kraftwerke in der öffentlichen Energieversorgung eingesetzt, so eignete sich das Ölkraftwerk vergleichsweise eher für den Mittellastbereich, der HTR für den Grundlastbereich. In der Chemischen Industrie, die auf eine hohe Auslastung ihrer Anlagen angewiesen ist (vgl. 1.2), fallen diese Unterschiede fort.

2.2 Kritische Anmerkungen zur Aussagefähigkeit des Vergleichs

Wie sind die Ergebnisse dieses "Wirtschaftlichkeitsvergleichs" /15, S. 133/ zu interpretieren?

Dabei interessiert vor allem die Frage, ob in bezug auf die Vorteilhaftigkeit des einen Kraftwerks gegenüber dem anderen ein zweckentsprechender Maßstab angewendet wurde.

Wirtschaftlichkeit im ökonomischen Sprachgebrauch ist eine systemindifferente Erfolgsmeßzahl aus dem Verhältnis von Leistungen zu Kosten einer Rechnungsperiode /16, Sp.1947/. Im Gegensatz zur Produktivität wird die Wirtschaftlichkeit in Werteinheiten gemessen: marktfähige oder innerbetriebliche Leistungen, in der vorliegenden Studie etwa die in einer Rechnungsperiode erzeugten Strom- und Dampfmenen, müssen ebenfalls in die Berechnungen einbezogen werden. Eine derartige Bewertung wird in der vorgelegten Studie jedoch nicht vorgenommen. Die Untersuchung ist im streng ökonomischen Sinn daher keine Wirtschaftlichkeitsvergleichsrechnung.

Verglichen werden lediglich statisch bewertete Faktorinputs, d.h. Herstellkosten einer Rechnungsperiode. Ihnen wird die technische Ergiebigkeit der beiden Aggregate gegenübergestellt, woraus sich

der Vergleichsmaßstab $\text{DPf/kW}_e\text{h}$ ergibt. Ein solcher Vergleichsmaßstab ist jedoch nur sinnvoll, wenn die Statik der bewerteten Faktorinputs tatsächlich existent bleibt. Es läßt sich jedoch ohne Schwierigkeiten nachweisen, daß eine Konstanz der Preisentwicklung, z.B. bei Löhnen und Gehältern und insbesondere beim Heizöl nicht vorhanden ist. Die Ergebnisse der Vergleichsrechnung gelten daher nur für 1972. Sie haben deshalb für langlebige Aggregate, wie es Kraftwerke sind, keine nachhaltige Aussagekraft.

Eine Dynamisierung einzelner Kostenkomponenten könnte die Schwäche der angewendeten Vergleichsmethode mildern, jedoch nicht beseitigen, da über die Wirtschaftlichkeit beider Kraftwerke wegen Vernachlässigung der Leistungskomponente immer noch nichts ausgesagt ist.

Ein Investor in derart kapitalintensive Aggregate, die nur langfristig zu Rückflüssen des eingesetzten Kapitals führen, muß mit hin Erwartungen über die zukünftigen Entwicklungen der Kosten und Erlöse in seine Planungen einbeziehen, da sie den Vorteilsvergleich beider Aggregate, über den gesamten Planungszeitraum gesehen, entscheidend beeinflussen können. Insbesondere wird er sich angesichts der um den Faktor 2,8 höheren Anfangsinvestitionssumme des HTR Gedanken über die Verteilung der ihm für seine Investitionsplanungen insgesamt zur Verfügung stehenden Mittel machen. Tatsächlich hat er auch nur die Wahl zwischen beiden Aggregaten, wenn er die Mittel für den kapitalintensiven HTR aufbringen kann, bzw. einen Teil der Anlage fremdfinanzieren kann. Die unterschiedlichen Möglichkeiten der Eigen-, bzw. Fremdfinanzierung beeinflussen die Ergebnisse des Vergleichskalküls.

Solche Überlegungen läßt diese Art des statisch durchgeführten Kostenvergleichs nicht zu. Dem ökonomischen Teil der Studie läßt sich lediglich entnehmen, daß die Kostenstruktur der beiden Kraftwerke sehr unterschiedlich ist und die Bewertung der einzelnen Inputfaktoren in einer bestimmten Rechnungsperiode (1972) zu einem Unterschied in den Herstellkosten von 7 % führt. Diesen Rechnungen liegt eine Annuität von 13,1% zugrunde /15, S.146 /

2.3 Vergleich der Eigenkapitalrentabilität beider Kraftwerke mit Hilfe einer Methode der dynamischen Investitionsrechnung

2.3.1 Voraussetzungen des Vergleichs

Es kann daher ein anderer Maßstab zu einem ökonomischen Vorteilsvergleich herangezogen werden, der die Mängel der oben diskutierten Vergleichsziffer ausschaltet. Dieser Maßstab hat bewertete Leistungs- und Kostenkomponenten zu enthalten. Er muß darüber hinaus zu erwartende Datenänderungen, die für beide Kraftwerke unterschiedlich sein können, berücksichtigen. Und er muß endlich der ökonomischen Erkenntnis genügen, daß in einem partiellen Vorteilsvergleich zweier isolierter Investitionsobjekte - denn darum handelt es sich hier - die in zukünftigen Rechnungsperioden anfallenden Ertrags- oder Aufwandskomponenten wegen des Zinsphänomens ökonomisch weniger bedeutsam sind als Aufwendungen, bzw. Erträge heute. Es hat mithin ein Übergang stattzufinden von einer statischen Kostenrechnung zu einer mehrperiodischen Einnahmen- und Ausgabenrechnung. Außerdem müssen, damit dieser Vergleich vollständig formuliert ist, folgende Voraussetzungen gegeben sein [17, S. 156]:

1. Das anfängliche Eigen- und Fremdkapital der beiden Investitionen ist gleich hoch.

Das bedeutet, daß Annahmen über die Anlage einer Differenzinvestition zugunsten des ÖKW getroffen werden müssen, da das von ihm benötigte Anlage- und Umlaufkapital um den Faktor 2,8 niedriger ist als dasjenige des HTR.

2. Der Untersuchung liegt ein einheitlicher Planungszeitraum zugrunde.

Die zeitliche Erstreckung des Investitionsvergleichs muß also gleich sein. Dieser Planungszeitraum entspricht nicht dem finanziellen Abschreibungszeitraum, wie er von der eingangs zitierten Studie mit 20 Jahren angenommen wurde. Er sollte vielmehr dem technisch maximalen Nutzungszeitraum entsprechen, in dem Kraftwerke voraussichtlich Arbeit leisten können.

3. Die Bindung des eingesetzten Kapitals ist während der Laufzeit gleich.

Diese Forderung stellt ab auf den zeitlich kongruenten Rückfluß etwa eingesetzter Fremdmittel (gleiche Tilgungsart und -dauer).

Diese Voraussetzungen kann eine Methode der dynamischen Investitionsrechnung, die Kapitalwertmethode, nur zum Teil erfüllen. Die allgemeine Formel lautet bei diskontinuierlicher Betrachtungsweise, also z.B. bei einer Rechnung in Jahresperioden [17, S. 167]:

$$K_I = \sum_{t=1}^n \frac{E(t)-A(t)}{(1+i)^t} + \frac{R(n)}{(1+i)^n} - I \quad (1)$$

Hierbei bedeuten:

I	Anschaffungsausgaben des Investitionsobjektes	DM
R(n)	Restwert am Ende der Nutzungsdauer	DM/a
E(t)	Einnahmen der Rechnungsperiode	DM/a
A(t)	Ausgaben der Rechnungsperiode	DM/a
i	Kalkulationszinsfuß	1/a
K _I	Kapitalwert (Vermögenszuwachs) der Investition	DM
t	Anzahl der Jahresperioden	

In dieser klassischen Darstellung wird der Kapitalwert einer Investition gebildet aus der Differenz zwischen aufaddierten (positiven oder negativen) Periodenüberschüssen und den Anschaffungsausgaben eines Investitionsobjektes. Die Überschüsse sind dabei mit einem Abzinsungsfaktor versehen, der sie bei Zugrundelegung eines vorgegebenen Kalkulationszinsfußes ökonomisch vergleichbar macht. Der Restwert kann, sofern er positiv (negativ) ist, als zusätzliche Einnahme (Ausgabe) am Ende der Nutzungsdauer der Investition angesehen werden. Welche für einen ökonomischen Vorteilsvergleich relevanten Aussagen kann nun diese Formel liefern?

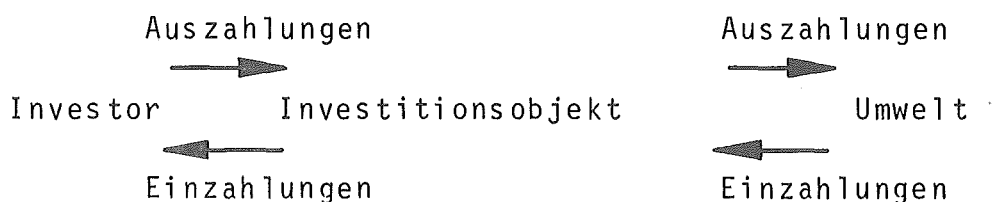
Zur Beantwortung dieser Frage ist es zunächst sinnvoll, begrifflich genau zu unterscheiden zwischen Investition, dem eigentlichen Investitionsobjekt, den Wirkungen der Investition

- und dem Ergebnis des Investitionskalküls für den Investor [vgl. auch 18, S. 1, Fußnote]. Der Begriff der Investition wird in der Literatur als eine Folge von Zahlungsströmen verstanden, die nicht nur die Anschaffungsausgaben eines Projektes umfassen, sondern alle mit ihm ursächlich verbundenen zukünftigen Einnahmen und Ausgaben [19, 20, 18].

Diese streng monetäre Konzeption des Investitionsbegriffs läßt die Investition nicht mehr als zeitpunktbezogenen Vermögensgegenstand (Anlage- und Umlaufvermögen) erscheinen, wie dies noch von Schmalenbach [21, S. 51] verstanden wurde, sondern als einen zeiträumlichen Prozeß rotierender Geldstromgrößen. Das bedeutet, alle innerhalb des Betrachtungszeitraums wirksam werdenden Zahlungsreihen müssen erfaßt werden.

Der überwiegende Teil der Lehrmeinung folgt dieser Interpretation [22, 23, S. 16 ff]; daher sollen auch in dieser Arbeit Investition und Investitionsprozeß semantisch gleichgesetzt werden. Vermögensgegenständlich zugeordnet ist der Investition (=Investitionsprozeß) das Investitionsobjekt. Dies kann z.B. ein Grundstück sein, ein Gebäude, eine Maschine (Realinvestition), aber auch eine abstrakte Forderung wie Aktie oder Obligation (Finanzinvestition).

Die Wirkungen von Investitionen äußern sich nun im Austausch angebotener und nachgefragter Güter, denen Zahlungsreihen entsprechen, wie sie von E. Schneider [18, S. 5, 6] anschaulich beschrieben wurden:



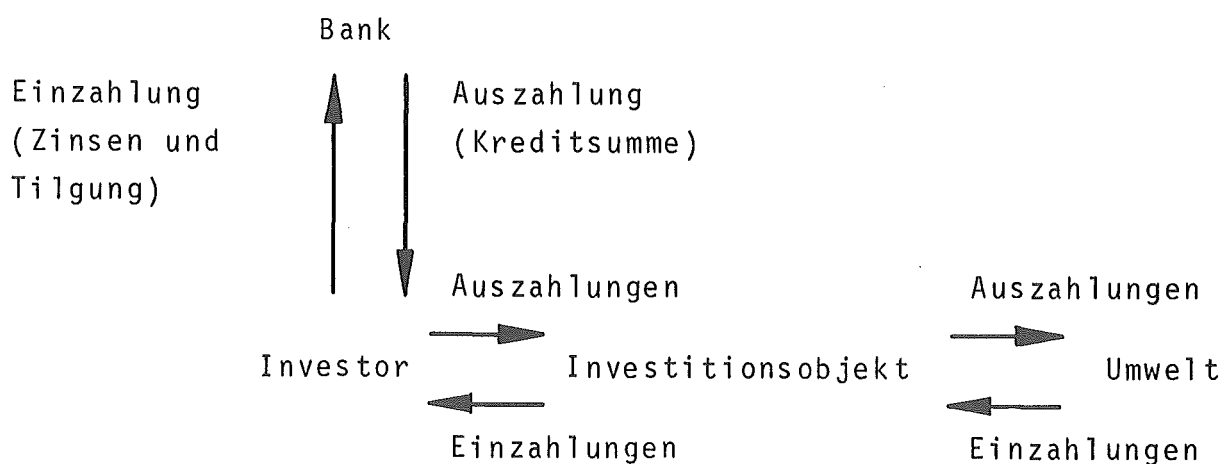
Er kommentiert: " Das Investitionsobjekt gibt den Anlaß zu Auszahlungen an die Umwelt (z.B. Kauf von Rohstoffen, Kauf von Maschinen, Bezahlung von Arbeitskräften usw.) und zu Einzahlungen von Seiten der Umwelt an das Investitionsobjekt in Übereinstimmung mit den erfolgten Verkäufen. Der Investor dagegen nimmt die Auszahlungen vor und empfängt die Einzahlungen." E. Schneider geht dann im weiteren davon aus, "daß die Zahlungsreihen des In-

vestors und des Investitionsobjektes identisch sind". Außerdem hält er es in bezug auf die formellen Aussagen der Investitionstheorie für gleichgültig, "ob man an die Zahlungsreihen des Investors oder an die Zahlungsreihen des Investitionsobjektes denkt". Für das Ergebnis der Bewertung einer Investition nach der Kapitalwertmethode wäre es demzufolge auch gleichgültig, ob man den Kapitalwert aus der Sicht des Investors oder aus der Sicht des Investitionsobjektes berechnet.

Gegen diese bei allgemeiner Betrachtung sinnvolle Vereinfachung müssen angesichts der hier verlangten praxisorientierten Vergleichsrechnungen zwei Bedenken geltend gemacht werden.

Erstens werden die Zahlungsreihen zwischen Investor, Investitionsobjekt und Umwelt nur dann identisch sein, wenn die Investition von einer Gesellschaft durchgeführt wird, die die Form einer (Personal-) Einzelgesellschaft hat, in der alle durch das Investitionsobjekt begründeten Zahlungsreihen den Inhaber der Gesellschaft kontenmäßig sofort tangieren. Eine solche Gesellschaftsform ist bei kapitalintensiven Kraftwerksinvestitionen nicht üblich. Es werden vielmehr für den Bau und den Betrieb derartiger Kraftwerke eigene Kapitalgesellschaften gegründet, die hinsichtlich der Zahlungsströme ein Eigenleben führen. Den Investor berührt lediglich der etwa ausgeschüttete Gewinn, bzw. der Vermögenszuwachs auf das von ihm eingesetzte Kapital.

Zweitens werden derartige Investitionsobjekte zumindest teilweise fremdfinanziert, wodurch sich der gesamte Investitionsprozeß im Grunde in zwei Investitionsvorgänge aufteilt, nämlich in eine Investition, die der Kreditgeber tätigt und in eine weitere Investition, die vom Investor durchgeführt wird. In der folgenden Grafik ist dieser Vorgang veranschaulicht:



Es ist jetzt nur noch sinnvoll, einen Ertragswert auf das vom Investor eingesetzte (Eigen-) Kapital zu errechnen. Denn die vom Kreditgeber getätigte Investition erzielt voraussetzungsgemäß eine Kapitalverzinsung in Höhe des vertraglich festgesetzten Kreditzinssatzes. Die anfallenden Zinsen sowie die Tilgungsbeträge begründen für den Investor dagegen eine zusätzliche Ausgabenreihe.

Von der üblichen Formel der Kapitalwertmethode werden diese Gesichtspunkte und die von ihr ausgehenden Wirkungen auf den Ertragszuwachs nicht oder nur sehr unvollständig erfaßt.

Durch eine Modifizierung der bekannten Kapitalwertformel lassen sich jedoch die für den Investor im Zusammenhang mit der Aufnahme von Fremdkapital relevanten Auszahlungsströme genauer beschreiben. Anstelle der Anschaffungsausgaben (I) tritt das zum Kauf des Investitionsobjektes zur Verfügung gestellte Eigenkapital (EK), und in den periodischen Ausgaben ($\hat{A}(t)$) sind nun Zinsen und Tilgung enthalten. Die Formel wird außerdem um ein $FKT(n)$ erweitert, das das am Ende der Nutzungsdauer noch rückzahlbare Fremdkapital bezeichnet. Die Aufnahme dieses Teigliedes impliziert die Prämisse, daß bei einer vorzeitigen Stilllegung des Investitionsobjektes die noch ausstehende Fremdkapitalschuld sofort rückzahlbar ist. Dies erscheint jedoch im Fall des hier vorliegenden Kraftwerksvergleichs dadurch gerechtfertigt, daß dem Investitionsobjekt bei einer vorzeitigen Stilllegung praktisch keine ökonomischen Gegenwerte gegenüberstehen (Abbruchkosten = Schrottwert der Anlagen, vgl. hierzu auch die Ausführungen zum Restwert der Kraftwerke unter 2.3.2.5).

Auf der Grundlage dieser Überlegungen können nun Empfindlichkeitsanalysen für die sich in Abhängigkeit von verschiedenen Werten des Parameters "Laufzeit" ergebenden Ertragswerte auf das eingesetzte Eigenkapital berechnet werden. Die bei unterschiedlichen Stilllegungs- oder Ausfallzeitpunkten entstehenden Vermögenszuwachswerte resultieren jedoch nicht in erster Linie aus der Prämisse über die so-

fortige Rückzahlbarkeit des aufgenommenen Fremdkapitals, sondern sie sind abhängig von den gemäß der Nutzungsdauer veränderten Strömen gesamten Ein- und Auszahlungen.

Zur semantischen Abgrenzung vom Kapitalwert soll die in den folgenden Kapiteln verwendete Vergleichsgröße als "Eigenkapitalertragswert" bezeichnet werden. Formelmäßig läßt sich der Eigenkapitalertragswert folgendermaßen darstellen:

$$K_{EK} = \sum_{t=1}^n \frac{E(t) - \hat{A}(t)}{(1+i)^t} - \frac{FKT(n)}{(1+i)^n} + \frac{R(n)}{(1+i)^n} - EK \quad (2)$$

Es bedeuten zusätzlich:

EK	Zu Beginn der Investition eingesetztes Eigenkapital	DM
FKT(t)	Am Ende der Nutzung noch rückzahlbares Fremdkapital	DM/a
K_{EK}	Eigenkapitalertragswert (Vermögenszuwachs des vom Investor eingesetzten Eigenkapitals)	DM

In den Ausgaben $\hat{A}(t)$ sind jetzt noch Fremdkapitalzinsen und vereinbarte Tilungsrate für das im jeweiligen Nutzungsjahr t zur Verfügung stehende Fremdkapital enthalten. Durch die Aufnahme des Bruches $\frac{FKT(n)}{(1+i)^n}$ in die Formel ist der ungünstigste

Fall erfaßt, nach dem beim vorzeitigen totalen Ausfall des Investitionsobjektes das gesamte noch ausstehende Fremdkapital sofort rückzahlbar ist.

Entscheidet man sich für die Aufnahme des noch rückzahlbaren Fremdkapitals in die Formel, so ist es sinnvoll, es mit einem Abzinsungsfaktor zu versehen. Wie der Restwert, so ist auch das restliche Fremdkapital erst zu späteren Perioden fällig, mithin für den Investor gemäß seiner Vorstellung von der Höhe des anzusetzenden Kalkulationszinsfußes abzudiskontieren.

Für die folgenden Berechnungen soll dieser erweiterte Ansatz angewendet werden.

2.3.2 Einflußgrößen der Vergleichsrechnung

Die für den Vergleich notwendigen Ausgangsdaten wurden aus der oben zitierten Studie übernommen. Ergänzende Informationen wurden von einem Mitarbeiter der Studie eingeholt [25]. Die Ergebnisse wurden mit Hilfe eines Rechenprogramms erarbeitet. Dieses Programm enthält im wesentlichen folgende Eingangsgrößen:

2.3.2.1 Konstanten

N	Technische Nutzungsdauer des HTR und des ÖKW	
	N = 30	a
BVN	Betriebswärmeverbrauch HTR	
	BVN = 2,356	$10^6 \text{ cal/kW}_e \text{ h}$
BVO	Betriebswärmeverbrauch ÖKW	
	BVO = 2,470	$10^6 \text{ cal/kW}_e \text{ h}$
LN	Gesamtnettleistung HTR	
	LN = 189	MW_e
LO	Gesamtnettleistung ÖKW	
	LO = 194	MW_e
D	Jahresausnutzungsdauer	
	D = 7,2	10^3 h/a
EZ	Durchschnittliche Energieerzeugung je Brennelement	
	EZ = 20,92	Gcal/BE
PS	Durchschnittlicher Kondensationsstrompreis	
	PS = 0,06	DM/kW _e h
UKN	HTR Umlaufkapital	
	UKN = 22,3	10^6 DM
UKO	ÖKW Umlaufkapital	
	UKO = 6	10^6 DM
FIAZ	Finanzieller Abschreibungszeitraum des Anlagenkapitals	
	FIAZ = 20	a
URA	Preis des angereicherten Urans 235 (1972)	
	URA = 40	DM/g
OELP	Preis des entschwefelten Heizöls (1972)	
	OELP 1972 = 100	DM/t
	OELP 1973 = 140	

HU	mittlerer Heizwert des Heizöls HU = 9800	kcal/kg
RL	Rate der jährlichen Lohnpreisssteigerungen [26] RL = 0,095	$\frac{1}{a}$
RU	Rate der jährlichen Preisssteigerung für angereichertes Uran [27] RU = 0,06	$\frac{1}{a}$
Z	Zinssatz des aufgenommenen Fremdkapitals Z = 0,08	$\frac{1}{a}$
SSGK	Gewerbekapitalsteuersatz. In ihm, wie auch im Gewerbeertragssteuersatz, sind Steuermeß- zahl und durchschnittlicher Hebesatz der Gemeinden enthalten. SSGK = 0,002·3	$\frac{1}{a}$
SSGE	Gewerbeertragssteuersatz. In ihm ist die innere Abzugsfähigkeit der Gewerbesteuer berücksichtigt. SSGE = 0,05·3/(1+0,05·3)	$\frac{1}{a}$
SSK	Körperschaftssteuersatz. Der in der BRD ge- spaltene Körperschaftssteuersatz läßt sich unter Zugrundelegung maximaler Ausschüttung sowie unter Berücksichtigung der Ergänzungs- abgabe [28] berechnen: SSK = 0,2455	$\frac{1}{a}$
SSV	Vermögenssteuersatz SSV = 0,01	$\frac{1}{a}$

2.3.2.2 Parameter

T	Laufindex T = 1, N	
ZK	Kalkulationszinsfuß nach Steuern ZK = 0,05; 0,075; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175, 0,2	1/a
ZDIO	Zinssatz der Differenzinvestition vor Steuern ZDIO = 0,15; 0,2	1/a
ROE	Rate der erwarteten Heizölpreisssteigerungen [27,29] ROE = 0,03; 0,045; 0,06; 0,075	1/a

AKN HTR Anlagekapital

$$AKN = 237 \cdot (1; +1,2; +1,4; +1,6; +1,8; +2) \quad 10^6 \text{ DM}$$

AKO ÖKW Anlagekapital

$$AKO = 86 \cdot (1; +1,2; +1,4; +1,6; +1,8; +2) \quad 10^6 \text{ DM}$$

Mit der Variation dieser Parameter konnten 336 Vergleichsfälle durchgerechnet werden.

2.3.2.3 Ausgangsgleichungen zur Berechnung des Eigenkapitalertragswertes des Hochtemperaturreaktors

Die jährlichen Einnahmen (EN) für den HTR berechnen sich aus Gesamtnettoleistung (LN), Jahresbenutzungsdauer (D) und dem spezifischen Strompreis (PS):

$$EN = LN \cdot D \cdot PS \quad 10^6 \text{ DM/a}$$

Die jährlichen Ausgaben (AN) können aus konstanten (FAN) und lohnabhängigen (VAN) Ausgaben, brennstoffabhängigen Ausgaben (BAN), der Gewerbesteuer (GEWSTN), der Körperschaftssteuer (STKOEN), der Vermögenssteuer (VSTN) sowie Zinsen (ZAFKN) und Tilgung (TILBN) für das aufgenommene Fremdkapital berechnet werden:

$$AN = FAN + VAN + BAN + GEWSTN + STKOEN + VSTN + ZAFKN + TILBN \quad 10^6 \text{ DM/a}$$

Die konstanten Ausgaben enthalten die jährlichen Ausgaben für Versicherungen des Kraftwerks sowie diejenigen ausgabewirksamen Aufwendungen für Reparaturen und Verwaltung, die nicht lohnabhängig sind.

$$FAN = 5,63 \quad 10^6 \text{ DM/a}$$

In den lohnabhängigen Ausgaben sind die ausgabewirksamen Aufwendungen für Bedienung sowie die anteilmäßigen Ausgaben für Reparaturen und Verwaltung enthalten. Die Gehälter einschließlich aller Nebenaufwendungen wurden auf der Basis 1972 angesetzt mit:

Reparaturpersonal	39167	DM/Mannjahr
Bedienungspersonal	35067	DM/Mannjahr
Verwaltungspersonal	42000	DM/Mannjahr
$VAN = 5,4 \cdot (1+RL)^T$		10^6 DM/a

Die jährlichen Brennstoffausgaben lassen sich aus der Zahl (BE) der verbrauchten Brennelemente, multipliziert mit den Gesamtausgaben je Brennelement (ABE), ermitteln. Die Zahl der jährlich zu ersetzenden Brennelemente (ZBE) kann vereinfachend berechnet werden aus Betriebswärmeverbrauch (BVN), Gesamtnettoleistung, Ausnutzungsdauer sowie durchschnittlicher Energieerzeugung (EZ) eines Brennelementes:

$$ZBE = \frac{BVN \cdot LN \cdot D}{EZ \cdot 10^3} \quad 10^6 BE/a$$

Die Ausgaben je Brennelement sind abhängig von den Ausgaben für angereichertes Uran, den Ausgaben für Thorium und Fabrikation sowie den Ausgaben für den Abtransport der verbrauchten Brennelemente. Der Preis für U-235 und die Preissteigerungsrate gehen nur mit ca. 20 % in die jährlichen Ausgaben ein [30]. Die sonstigen Ausgaben, d.s. insbesondere die Ausgaben der Anreicherung und Fabrikation können nach [30] als konstant angenommen werden.

$$ABE = 34,2 + 0,96 \cdot \{URA \cdot [0,7816 + 0,2184 \cdot (1+RU)^T]\} \quad DM/BE$$

Damit ergibt sich für die brennstoffabhängigen jährlichen Ausgaben folgende Gleichung

$$BAN = ZBE \cdot ABE \quad 10^6 DM/a$$

Die Abschreibungen (AFAN) wurden - vereinfachend - mit einem einheitlichen Satz auf das Anlagekapital berechnet. Es wurde die lineare Abschreibungsmethode gewählt.

$$AFAN = \frac{AKN}{FIAZ} \quad 10^6 DM/a$$

Das für die Finanzierung der Investition aufzunehmende Fremdkapital (FKN) soll innerhalb des finanziellen Abschreibungszeitraumes mit jährlich gleich hohen Tilgungsraten zurückgezahlt werden. Daraus ergeben sich folgende jährliche Tilgungsbeträge (TILBN) und Fremdkapitalzinsen (ZAFKN):

$$TILBN = \frac{FKN}{FIAZ} \quad 10^6 DM/a$$

$$ZAFKN = Z \cdot FKN \cdot \left(1 - \frac{T-1}{FIAZ}\right) \quad 10^6 DM/a$$

Die Gewerbesteuer ist eine aus der Gewerbekapitalsteuer und aus der Gewerbeertragssteuer zusammengesetzte Steuer. - Grundlage der Ermittlung des Gewerbekapitals ist der Einheitswert des gewerblichen Betriebs (§ 12 Abs. 1 Gew StG). Hierzu gehört das dem Gewerbebetrieb dauernd gewidmete Vermögen ohne Rücksicht darauf, ob es mit Eigen- oder Fremdkapital finanziert ist [31, S 31]. Auf den Einheitswert sind Kürzungen (§ 12 Abs. 2 Gew StG) und Hinzurechnungen (§ 12 Abs. 3 Gew StG) vorzunehmen. Die wesentliche hier berücksichtigte Veränderung ist die Hinzurechnung der Dauerschulden auf den Einheitswert des Kraftwerkes. Kürzungen wurden nicht vorgenommen, da eine Belastung der Anlagen mit Grundsteuer z.B. nicht verfolgt wurde. Der Einheitswert des Kraftwerks wurde - vereinfachend - dem Anschaffungspreis gleichgesetzt. - Grundlage für die Berechnung des Gewerbeertrages ist der nach den Vorschriften des Körperschaftssteuergesetzes zu ermittelnde Gewinn des Gewerbebetriebs (§ 7 Gew StG). Wegen des Realsteuercharakters der Gewerbesteuer sind hierauf wiederum Hinzurechnungen und Kürzungen vorzunehmen. Dem Gewerbeertrag wurden hier die Zinsen für Dauerschulden hinzugerechnet. Außerdem wurde im Programm berücksichtigt, daß der Gewerbeertrag noch um die Fehlbeträge gekürzt werden kann, die sich bei einer Ermittlung des Gewerbeertrages für die fünf vorangegangenen Jahre ergeben haben (Gewerbeverlustrortrag, § 10a Gew StG).

GEVN ... Gewerbeverlust des Vorjahres
GEN ... Gewerbeertrag
GEWKN ... Gewerbekapital des nuklearen Kraftwerks
GEKSTN ... Gewerbekapitalsteuer
GEESTN ... Gewerbeertragssteuer
GEWSTN ... Gewerbesteuer

$GEKSTN = SSGK \cdot GEWKN$ 10^6 DM/a
 $GEESTN = SSGE \cdot [EN - (FAN + VAN + BAN + ZAFKN + AFAN + SSGK \cdot GEWKN) + ZAFKN + GEVN]$ 10^6 DM/a
 $GEWSTN = GEESTN + GEKSTN$ 10^6 DM/a

Die Körperschaftssteuer ist eine Steuer auf sämtliche Einkünfte aus Gewerbebetrieb (§ 16 KStDV). Grundlage der Berechnung ist der Körperschaftssteuerpflichtige Gewinn, d.i. das Einkommen der juristischen Personen unter Berücksichtigung der Absetzung

für Abnutzung und abzugsfähiger und nicht abzugsfähiger Ausgaben. Zu den abzugsfähigen Ausgaben zählen hier alle festen, lohnabhängigen und brennstoffabhängigen Ausgaben, die Gewerbesteuer sowie die Zinsen auf Fremdkapital. Nicht abzugsfähig dagegen ist die weiter unten berechnete Vermögenssteuer. Ein 5-jähriger Verlustvortrag wurde, wie bei der Berechnung der Gewerbesteuer, berücksichtigt.

GKVN ... Verlustvortrag des Vorjahres
GKON ... Körperschaftssteuerpflichtiger Gewinn
STKOEN ... Körperschaftssteuer

$$\text{STKOEN} = \text{SSK} \cdot \left[\text{EN} - (\text{FAN} + \text{VAN} + \text{BAN} + \text{ZAFKN} + \text{AFAN} + \text{GEWSTN}) + \text{GKVN} \right] \quad 10^6 \text{DM/a}$$

Steuerpflichtig bei der Vermögenssteuer ist das Betriebsvermögen. Die Bewertung des Betriebsvermögens richtet sich nach den §§54-56 BewG. In Anlehnung hieran wird zur Grundlage der Bewertung des Einheitswertes des abnutzbaren Anlagevermögens - wie bei der Gewerbekapitalsteuer - der gemeine Wert (§ 10 BewG) gemacht. Das Umlaufvermögen wird zum Nennwert bewertet. Anders als bei der Berechnung der Gewerbekapitalsteuer müssen jedoch die Betriebsschulden bei der Ermittlung des Einheitswertes des Gewerbebetriebes abgezogen werden [31, S. 17].

FKNT ... zeitabhängige Betriebsschulden
AVN ... Anlagevermögen
UVN ... Umlaufvermögen
VVN ... Vermögenssteuerpflichtiges Vermögen
VSTN ... Vermögenssteuer

$$\begin{aligned} \text{AVN} &= \text{AKN} \cdot (1 - \text{T/FIAZ}) \\ \text{UVN} &= \text{UKN} \\ \text{VVN} &= \text{AVN} + \text{KVN} - \text{FKNT} \\ \text{VSTN} &= \text{SSV} \cdot \text{VVN} \end{aligned} \quad 10^6 \text{DM/a}$$

2.3.2.4 Ausgangsgleichungen zur Berechnung des Eigenkapital- ertragswertes des Ölkraftwerkes

Die jährlichen Einnahmen der Investition ÖKW (EOH1) lassen sich, ähnlich wie bei der Alternativinvestition HTR, aus Gesamtnettoleistung (LO), Jahresausnutzungsdauer und spezifischem Strompreis berechnen.

$$EOH1 = LO \cdot D \cdot PS \quad 10^6 \text{ DM/a}$$

Außerdem sind dem ÖKW diejenigen jährlichen Einnahmen (EOH2) zuzurechnen, die sich aus der Verzinsung (ZDIO) der Differenzinvestition (DIO) ergeben. Gemäß den getroffenen Voraussetzungen (siehe 2.3.1) ist die Höhe der Differenzinvestition in bezug auf das ÖKW so anzusetzen, daß Eigen- und Fremdkapital für beide Anlagen im Investitionsvergleich gleich hoch bleiben.

$$DIO = EK + FKN - (AKO + UKO)$$

$$EOH2 = ZDIO \cdot DIO$$

$$EO = EOH1 + EOH2 \quad 10^6 \text{ DM/a}$$

Die Finanzierung der Alternativinvestition HTR übt also auf die Höhe der Differenzinvestition und damit auf die jährlichen Einnahmen (EO) des ÖKW keinen Einfluß aus.

Bei der Berechnung der konstanten (FA0) und der lohnabhängigen (VA0) jährlichen Ausgaben des Ölkraftwerks wurden die Daten des ÖKW aus der oben zitierten Studie übernommen.

$$FA0 = 1,63 \quad 10^6 \text{ DM/a}$$

$$VA0 = 4,61 \cdot (1 + RL)^T \quad 10^6 \text{ DM/a}$$

Die jährlichen Brennstoffausgaben (BA0) lassen sich aus der verbrauchten Heizölmenge (OEM), ihrem spezifischen Preis (OELP) und der jährlichen Ölpreissteigerungsrate (ROE) errechnen.

$$OEM = \frac{BVO \cdot LO \cdot D}{H_U} \quad 10^6 \text{ t/a}$$

$$BA0 = OEM \cdot OELP \cdot (1 + ROE)^T \quad 10^6 \text{ DM/a}$$

Die Berechnung der Abschreibungen, Fremdkapitalzinsen und Steuern wurde entsprechend wie beim HTR vorgenommen. Bei der Gewerbesteuer und bei der Vermögenssteuer wurde die Differenzinvestition als Finanzanlage dem Gewerbekapital und dem vermögenssteuerpflichtigen Betriebsvermögen des ÖKW hinzugerechnet. Die gesamten Ausgaben der Alternativinvestition ÖKW (unter Ein-schluß der Ausgaben für die Differenzinvestition) betragen dann:

$$A0 = FA0 + VAO + BAO + ZAFKO + GEWST0 + STKOE0 \\ + VST0 + TILB0 \quad 10^6 \text{DM/a}$$

Es bedeuten zusätzlich:

A0 ... Periodische Ausgaben des Ölkraftwerkes
GEWST0 ... Gewerbesteuer ÖKW
STKOE0 ... Körperschaftssteuer ÖKW
VST0 ... Vermögenssteuer ÖKW
TILB0 ... Tilgungsbetrag für aufgenommenes Fremdkapital ÖKW

2.3.2.5 Der Restwert der Kraftwerke

Die allgemeine Kapitalwertformel sieht vor, den nach dem letzten Jahr seiner Nutzung etwa noch bestehenden Restwert einer Investition abdiskontiert als Einnahme zu berücksichtigen. Eine Restwertberechnung von Kraftwerken erscheint jedoch aus mehreren Gründen nicht sinnvoll:

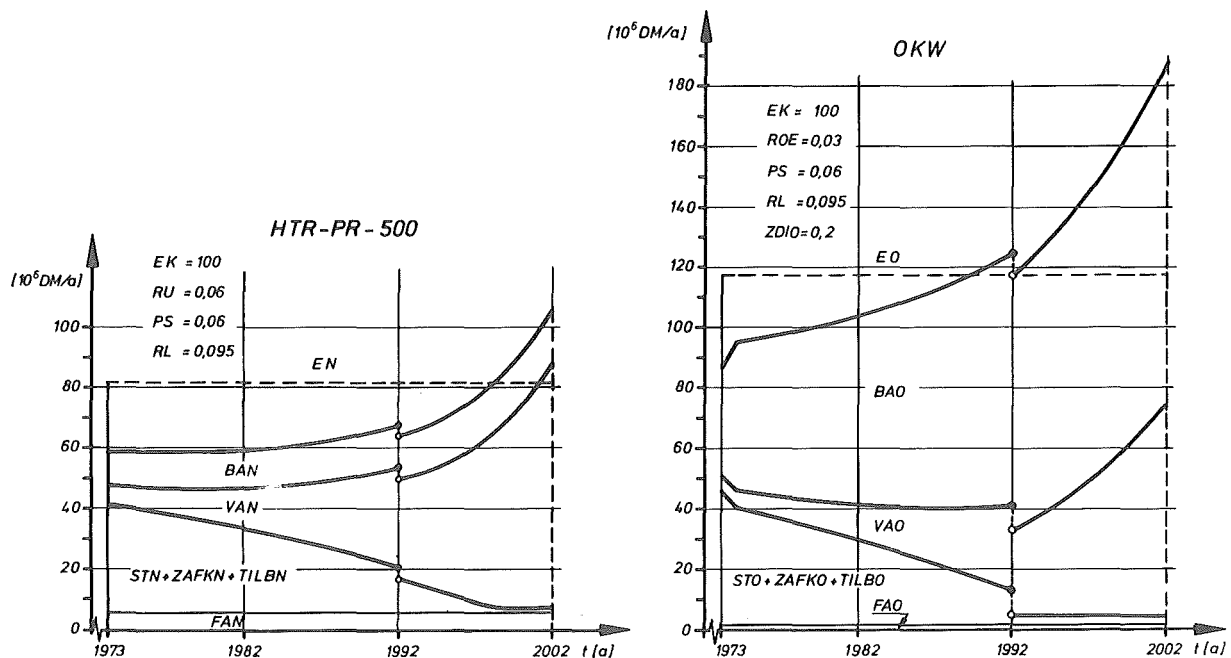
Ein Kraftwerk ist nach Ablauf seiner durchschnittlichen Nutzungsdauer (20 - 30 Jahre) technisch veraltet und als Betriebsanlage nicht mehr verkäuflich. Ein Restwert (Restverkaufserlös) wird daher höchstens aus dem Schrottwert einzelner Anlagengegenstände zu erzielen sein. Diesem Schrottwert werden jedoch (lohnintensive) Abbruchausgaben gegenüberstehen, die den Restverkaufserlös weitgehend aufzehren. Dies gilt insbesondere für nukleare Kraftwerke, deren Core am Ende der Nutzungsdauer zwar noch ein wertbares Betriebskapital enthalten kann, die sicherlich erheblichen Abbruchausgaben lassen sich über einen Zeitraum von 30 Jahren hin nicht exakt bestimmen. Der Einfluß des abdiskon-

tierten Restwertes auf die Höhe des Kapitalwertes ist angesichts der angenommenen technischen Nutzungsdauer von 30 Jahren ohnehin sehr gering. Schätzt man den nach Abzug der Abbruchausgaben verbleibenden Restverkaufserlös auf 3 % des Anschaffungswertes [25], so verursacht der abdiskontierte Restwert (Kalkulationszinsfuß: 10 % nach Steuern) im Fall des nuklearen Kraftwerks nur 0,4 MioDM, im Fall des ÖKW lediglich 0,1 MioDM. Dies sind Beträge, die die Eigenkapitalertragswerte der Anlagen praktisch nicht beeinflussen.

2.4 Ergebnisse

2.4.1 Die unterschiedlichen Einnahmen- und Ausgabenstrukturen im Kraftwerksvergleich

Die Ergebnisse der Rechnungen lassen sich mit Hilfe von Diagrammen anschaulich wiedergeben. Die folgende Abb. zeigt die unter den beschriebenen Prämissen zu erwartenden Einnahmen und Ausgaben beider Kraftwerke während des Betrachtungszeitraumes.



Die Einnahmen- / Ausgabenstrukturen im Kraftwerksvergleich

Abb. 8

Die degressiven Ausgaben setzen sich aus Kapital-, Vermögen- und Ertragsteuern (STN bzw. ST0) zusammen, aus Zinsen für das aufgenommene Fremdkapital sowie aus den - 20 Jahre lang konstanten - Tilgungsraten. Zinsen und Tilgungsbeträge fallen voraussetzungsgemäß nach diesen 20 Jahren fort. Dies führt zu Sprungstellen bei den nicht konstanten Ausgaben. Der zu Beginn außerordentlich hohe Anteil dieser Ausgabenarten an den Gesamtausgaben (HTR: ca. 61 %, ÖKW: ca. 51 %) verdeutlicht eindrucksvoll, daß Steuer- und Finanzierungsausgaben in derartige Wirtschaftlichkeitsrechnungen einbezogen werden müssen. Im Falle des HTR sind übrigens die Steuerzahlungen in den ersten 9 Jahren des Betriebs vor den Fremdkapitalzinsen die höchste Ausgabenart (!). Erst nach Ablauf von 26 Jahren sinken diese Ausgaben auf einen konstanten Wert (ca. 7 Mio DM) ab.

Der zu Beginn des Betrachtungszeitraums relativ unwesentliche Anteil der lohnabhängigen Ausgaben (HTR: ca. 10 %, ÖKW: ca. 6 %) steigt mit Ablauf der Nutzungsdauer progressiv. Zum Zeitpunkt der vollständigen Abschreibung der beiden Kraftwerke (1992) sind es beim HTR bereits die Hälfte, beim ÖKW fast ein Viertel aller Ausgaben, die durch Lohn- und Gehaltszahlungen bestimmt sind. Von diesem Zeitpunkt an sind für das nukleare Kraftwerk im wesentlichen die Lohn- und Gehaltssteigerungsraten für die Ausgaben, den Periodenüberschuß und die optimale Nutzungsdauer (vgl. 2.4.2) entscheidend.

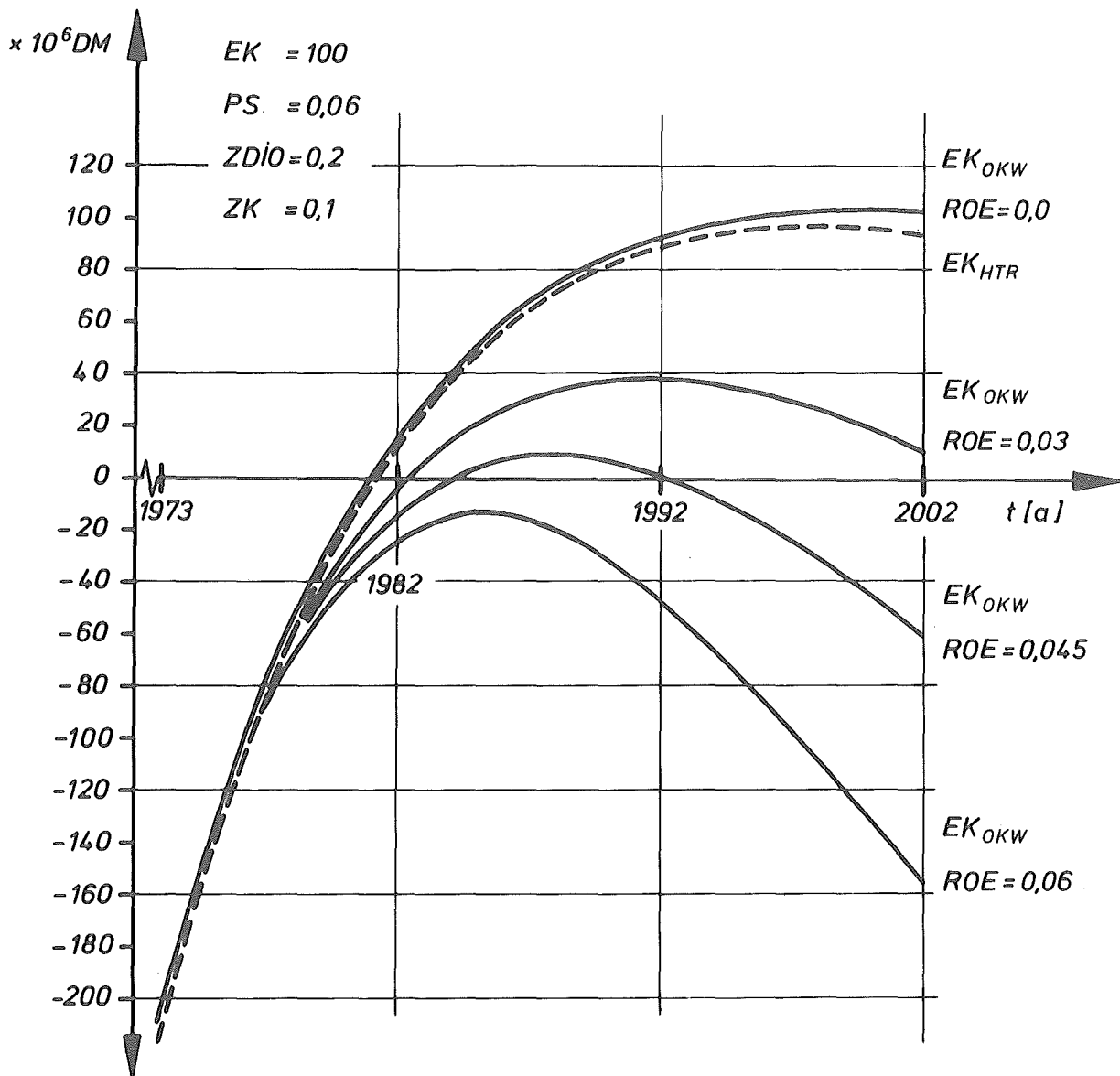
Die Bedeutung der Brennstoffausgaben ist, wie erwartet, im Zeitablauf für beide Kraftwerke sehr unterschiedlich. Trotz einer angenommenen 6 %igen jährlichen Preissteigerungsrate des Natururans bleibt der Brennstoffanteil des HTR mit ca. 17 % an den jährlichen Gesamtausgaben über die gesamte technische Nutzungsdauer nahezu konstant. Beim Ölkraftwerk steigt der Anteil der Heizölausgaben von ca. 41 % (1973) auf ca. 60 % (2002). Zusammen mit den Lohn- und Gehaltsausgaben, die im Jahre 2002 immerhin einen Anteil von ca. 37 % an den Gesamtausgaben erreichen, sind die Brennstoffausgaben bestimmend für die langfristigen wirtschaftlichen Aussichten des ÖKW.

Die jährlichen Ausgaben und Einnahmen des ÖKW sind schon zu Beginn der Nutzungsdauer höher als diejenigen des HTR. Dieses zunächst überraschende Ergebnis ist aus der Konzeption des voll-

ständigen, isolierten Kraftwerksvergleichs heraus zu verstehen (vgl. 2.3.1): Bei der Berechnung der ÖKW-Jahresausgaben müssen auch alle diejenigen Ausgaben, hauptsächlich Zinsen, Tilgung und Steuern, berücksichtigt werden, die sich aus der Aufnahme zusätzlichen Fremdkapitals bis zur Höhe der für die Errichtung des HTR notwendigen Fremdmittel ergeben. Derjenige Teil der Fremdmittel, der beim Bau des ÖKW jedoch nicht benötigt wird - es wurden in der Finanzierung der beiden Kraftwerke die gleichen Verschuldungsrelationen unterstellt -, führt andererseits zu höheren Einnahmen, die auf die Verzinsung der mit Eigen- und mit Fremdkapital finanzierten Differenzinvestition zurückzuführen sind. Da voraussetzungsgemäß der Ertragszinssatz der Differenzinvestition vor Steuern jährlich 20 % beträgt, derjenige des Fremdkapitals ebenfalls vor Steuern lediglich 8 %, liegt hier eine zusätzliche Gewinnkomponente vor, die die Einnahmen-/Ausgabenrelation und damit den Eigenkapitalertragswert des ÖKW positiv beeinflusst. In dem Jahr, in dem die Ausgaben ebenso hoch sind wie die Einnahmen, beim HTR ist dieser Zeitpunkt nach 26 Betriebsjahren, beim ÖKW zum erstenmal nach dem 17., dann nach dem 20. Betriebsjahr erreicht, entsteht die Frage, ob eine ökonomische Weiterführung der Anlagen noch gerechtfertigt ist. Hierauf ist im folgenden Abschnitt näher einzugehen.

2.4.2 Maximaler Eigenkapitalertragswert und optimale Lebensdauer im Kraftwerksvergleich

Aus den aufsummierten, abdiskontierten Differenzen von Einnahmen und Ausgaben abzüglich des jeweiligen noch zurückzuzahlenden, abdiskontierten Fremdkapitals lassen sich für jedes Jahr der Nutzungsdauer die Eigenkapitalertragswerte, d.h. die über die vorgegebene Verzinsung hinaus entstehenden Vermögenszuwächse des Eigenkapitals für beide Kraftwerkstypen berechnen. Die folgende Abbildung zeigt in gestricheltem Kurvenzug die Eigenkapitalertragswerte des HTR im Zeitablauf; diejenigen des ÖKW wurden unter Berücksichtigung unterschiedlicher jährlicher Heizölpreiserhöhungsraten als Parameterstudien ebenfalls eingezeichnet. 9 Jahre lang ist der Eigenkapitalertragswert des HTR negativ, da die Summe der abdiskontierten Periodenüberschüsse das zu Anfang eingesetzte Eigenkapital und das noch zu zahlende Fremd-



Eigenkapitalertragswerte des Hochtemperaturreaktors und des Ölkraftwerkes in Abhängigkeit von der Zeit (Parameter: Heizöl - S Preissteigerungsrate)¹⁾

Abb. 9

kapital noch nicht erwirtschaftet hat. Ab 1981 wird bis zum 26. Jahr der Nutzungsdauer ein jährlich steigender Vermögenszuwachs über die vorgegebene kalkulatorische Verzinsung hinaus erzielt. Ab 1998 werden die Periodenüberschüsse des HTR-Kraft-

1) In dieser Abbildung wurden der Kondensationsstrompreis konstant gehalten, die Heizöl S Preise jedoch parametrisch variiert.

werks negativ (vgl. die Abb. unter 2.4.1); dies führt zu jährlicher Verminderung des im 26. Jahr erreichten maximalen HTR-Eigenkapitalertragswertes von 96,987 Mio DM.

Die Abb. 9 zeigt weiterhin, daß die Entwicklung der Eigenkapitalwerte der ÖKW-Vergleichsinvestition wesentlich abhängt von den zu erwartenden Preissteigerungsraten des Heizöls. Nur im Fall eines konstanten Heizölpreises ($ROE = 0,0$) ergibt sich ein leichter Vorteil zugunsten des ÖKW; im 29. Jahr der Nutzungsdauer wird ein maximaler Eigenkapitalertragswert von 103,325 Mio DM erreicht. Steigt der Heizölpreis nur um jährlich 3 % (Ausgangsniveau 1973: 140 DM/t), so bleibt der maximale ÖKW-Eigenkapitalertragswert mit 38,651 Mio DM deutlich unter demjenigen des HTR. Außerdem wird dieser Wert bereits im 20. Jahr der Nutzungsdauer erreicht; ab 1992 vermindert er sich wieder. Unterstellt man Preissteigerungsraten des Heizöls von jährlich 4,5 bzw. 6 % - und diese Prämissen sind durch den Spielraum der Prognosen und durch die kürzliche politische Entwicklung auf dem Ölmarkt abgedeckt -, so sinkt der maximale ÖKW-Eigenkapitalertragswert und der Zeitraum der Umkehrung der Eigenkapitalzuwächse in Vermögensverluste wird immer kürzer. Bei einer jährlichen Heizölpreissteigerungsrate von mehr als 5 % ist die ÖKW-Investition - ceteris paribus - unwirtschaftlich; oder es müssen wesentliche Prämissen des Vergleiches, z.B. der Kondensationsstrompreis, geändert werden.

Eine Interpretation der linken Seiten der (negativen) Eigenkapitalertragswertparabeln führt außerdem zu der folgenden Feststellung: In den ersten (8-10) Jahren der Nutzung sind die Unterschiede in bezug auf die Vorteilhaftigkeit des einen oder anderen Kraftwerkstyps auch bei prozentual stark steigenden Heizölpreisen (z.B. $ROE = 0,06$) nicht deutlich zu erkennen. Die Investition in ein konventionelles ÖKW führt zu Anfang sogar zu einem geringeren negativen Eigenkapitalertragswert, d.h. zu einem geringeren Investitionsrisiko als eine HTR-Investition. Das Ausmaß des ökonomischen Vor- bzw. Nachteils wird erst nach ungefähr einer Dekade sichtbar, wenn im Falle hoher Preiszuwachsrate des Heizöls festgestellt werden muß, daß das Gewinnpotential des ÖKW unter den gegebenen Bedingungen nicht ausreicht, um einen Eigenkapitalertragswert von größer/gleich Null, d.h. die erstrebte

Mindestverzinsung zu erzielen.

Der maximale Eigenkapitalertragswert entscheidet auch über die wirtschaftliche Lebensdauer einer einmaligen Kraftwerksinvestition¹⁾. Denn für einen Investor ist es im allgemeinen nicht sinnvoll, Vermögensverluste hinzunehmen, nur um die technische Nutzungsdauer des betrachteten Investitionsobjektes auszuschöpfen. Nun könnte man der Ansicht sein, daß die wirtschaftliche Nutzungsdauer immer dann erreicht ist, wenn die in der Vorperiode positive Differenz zwischen Einnahmen und Ausgaben (Periodenüberschuß) in der betrachteten Periode kleiner/gleich Null wird und in den Folgeperioden immer negativ bleibt. Dies ist z.B. bei der hier vorliegenden HTR-Investition der Fall.

Es läßt sich jedoch zeigen, daß der Umkehrpunkt "positiver" Periodenüberschüsse als Optimalkriterium der wirtschaftlichen Nutzungsdauer nur für den Fall eines vollständig eigenfinanzierten Investitionsobjektes gilt. Bei teilweiser Fremdfinanzierung und Verwendung der Eigenkapitalwertformel läßt sich eine andere Aussage finden. Sie soll im folgenden mathematisch abgeleitet werden.

Da zu diesem Zweck die Eigenkapitalwertformel differenziert werden muß, ist sie in eine stetige Funktion umzuformen, analog der in der englischen Schreibweise verwendeten Form des Kapitalwerts. An Stelle der Summierung der Differenzen von Einnahmen und Ausgaben tritt dann die Integration. Ebenso erfolgt die Abzinsung der Differenz von Einnahmen und Ausgaben nicht mehr periodenweise, sondern in infinitesimal kleinen Zeiträumen. Damit tritt an Stelle des Kalkulationszinsfußes ZK die Verzinsungsenergie a , an Stelle des Abzinsungsfaktors $(1+ZK)^{-t}$ der Faktor e^{-at} .

1) Die folgenden Aussagen gelten mithin nicht für die Bestimmung der wirtschaftlichen Lebensdauer bei endlichen und unendlichen Investitionsketten (vgl. hierzu die Ausführungen D. Schneiders in /17, S. 282-289, bes. S. 284 und S. 286

Die Eigenkapitalertragswertdefinition erhält damit folgende Schreibweise:

$$K_{EK} = \int_0^n [E(t) - A(t)] \cdot e^{-at} dt - FKT(n) \cdot e^{-an} - EK \quad (3)$$

Zur Ermittlung der optimalen Lebensdauer ist die Formel nach n , der Nutzungszeit, zu differenzieren:

$$\frac{dK_{EK}}{dn} = \{[E(n) - A(n)] + a \cdot FKT(n) - FKT'(n)\} \cdot e^{-an} \quad (4)$$

bzw.

$$[E(n) - A(n)] = -a \cdot FKT(n) - [-FKT'(n)] \quad (5)$$

Gleichung (2) kann umgeformt werden in:

$$A(n) - E(n) = a \cdot FKT(n) + [-FKT'(n)] \quad (5a)$$

$-FKT'(n)$ wurde in Klammern gesetzt, weil dies der Ausdruck für die Fremdkapitalabnahme, d.h. im diskontinuierlichen Fall der Ausdruck für die Tilgung ist. a entspricht dem Kalkulationszinsfuß ZK , so daß sich in einer Periodenbetrachtung folgende Schreibweise der Gleichung ergibt:

$$- [E(n) - A(n)] = ZK \cdot FKT(n-1) + [FKT(n-1) - FKT(n)] \quad (5b)$$

Die Nutzung einer teilweise fremdfinanzierter Anlage ist solange vorteilhaft, d.h. erhöht den Eigenkapitalertragswert, bis das durch den Betrieb der Anlage entstehende Defizit zwischen Einnahmen und Ausgaben, der "negative" Periodenüberschuß, gleich ist der Tilgungsrate und den kalkulatorischen Zinsen auf das noch ausstehende Fremdkapital. Wegen des Aneinanderrückens der vielen infinitesimal kleinen Zeitabschnitte erscheinen in der stetigen Betrachtung (Gleichung 2a) die kalkulatorischen Zinsen auf das Fremdkapital des n -ten Zeitpunktes. Bei diskontinuierlicher Betrachtung müssen jedoch die Zinsen auf das Fremdkapital der Vorperiode bezogen werden, weil dies der

Anlage während der gesamten betrachteten Rechnungsperiode zur Verfügung steht.

Diese als Analogieschluß zur Darstellung D. Schneider /17, S. 247, 248/ erarbeitete Aussage wird durch die Ergebnisse der empirischen Kraftwerksvergleichsrechnungen bestätigt. Die wirtschaftliche Nutzungsdauer läßt sich danach für beide Kraftwerke angeben, wie die folgende Abbildung zeigt.

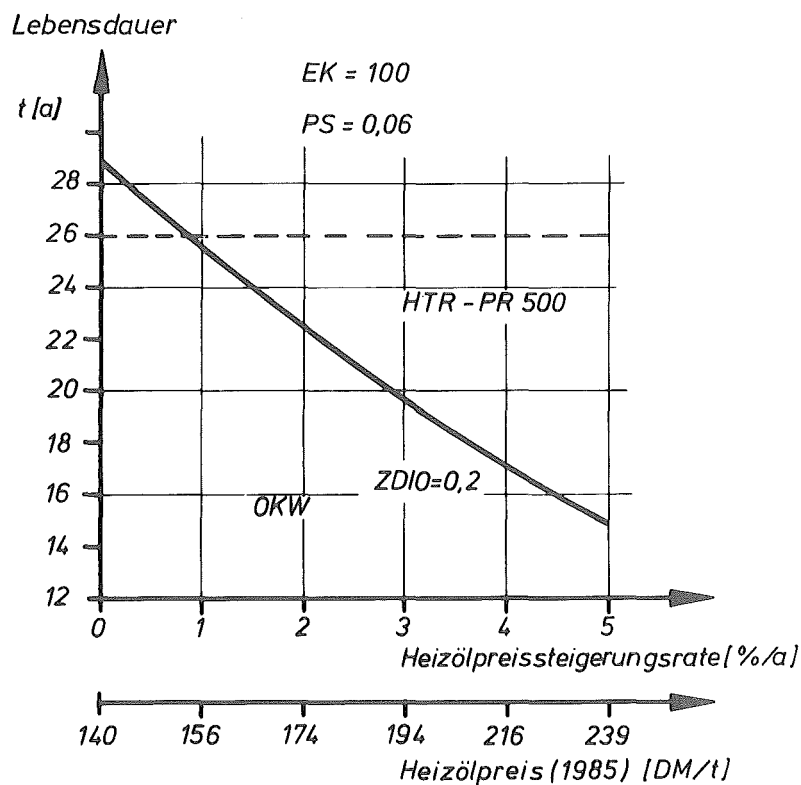


Abb. 10: Die wirtschaftliche Nutzungsdauer (Lebensdauer) eines Ölkraftwerkes in Abhängigkeit von jährlichen Heizölpreissteigerungen im Vergleich mit der wirtschaftlichen Nutzungsdauer eines Hochtemperaturreaktors

Für den HTR beträgt die ökonomische Nutzungsdauer 26 Jahre. Im Falle des ÖKW wird die wirtschaftliche Nutzungsdauer vor allem bestimmt durch die während der Betriebszeit zu erwartenden Steigerungen des Heizölpreises. Bleibt der Heizölpreis konstant, so ist eine Nutzzeit von 29 Jahren wirtschaftlich optimal; steigt der Heizölpreis nur um 3 %/a - das entspricht einem Preis von 194 DM/t zu Anfang des Jahres 1985 - so vermindert sich die optimale Nutzungsdauer auf 20 Jahre; ist 1985 ein Heizölpreis von ca. 240 DM/t ($ROE = 0,05$) zu erwarten, so verkürzt sich die ökonomisch sinnvolle Nutzzeit trotz des dann noch anstehenden Fremdkapitals auf nur 15 Jahre.¹⁾

2.4.3 Der Einfluß von Preissteigerungen der Anlageinvestition auf die Wirtschaftlichkeit des Hochtemperaturreaktors

Die allgemeine Kapitalwertmethode mißt die Wirtschaftlichkeit einer Investition im Grunde an einer Alternativanlage, die sich gerade zum Kalkulationszinsfuß verzinst /17, S. 203/.

Danach kann der (positive) Kapitalwert als der "kritische Wert" angesehen werden, der die ökonomisch interessante Aussage enthält, daß ein Investitionsprojekt immer nur solange die erwähnte Mindestrentabilität erbringt, wie anfänglicher Kapitaleinsatz plus Kapitalwert gleich ist der Summe der Periodenüberschüsse (einschließlich eines eventuell berücksichtigten Restwertes). /32, S. 48/49/. Anlagepreissteigerungen des Investitionsobjektes können danach bis zum positiven Wert des Kapitalwerts toleriert werden, ohne daß die geforderte Mindestverzinsung beeinträchtigt wird. Die in dem hier durchgeführten Wirtschaftlichkeitsvergleich verwendete modifizierte Form des Kapitalwertes, die Ertragswertberechnung des Eigenkapitals bei vorgegebenem Zinsfuß, ermöglicht sogar, die Wirkungen darüber hinaus gehender Preissteigerungen des Investitionsobjektes zu quantifizieren, wenn diese Preissteigerungen durch die Aufnahme zusätzlichen Fremdkapitals aufgefangen werden sollen. In Abb. 12 sind die Eigenkapitalwertfunktionen unter Berücksichtigung von 20-100 %igen Preissteigerungen des HTR-Anlagekapitals und steigender Fremdkapitalfinanzierung dargestellt:

1) Diese Aussage gilt nur unter der Bedingung: Technischer Fortschritt = 0.

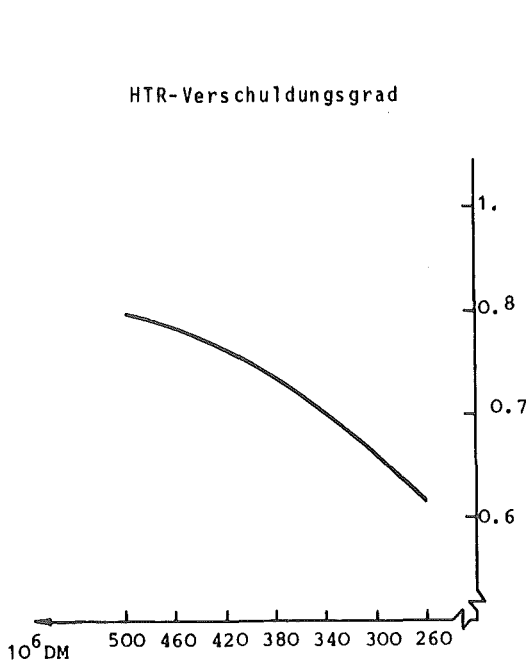


Abb. 11: HTR-Verschuldungsgrad

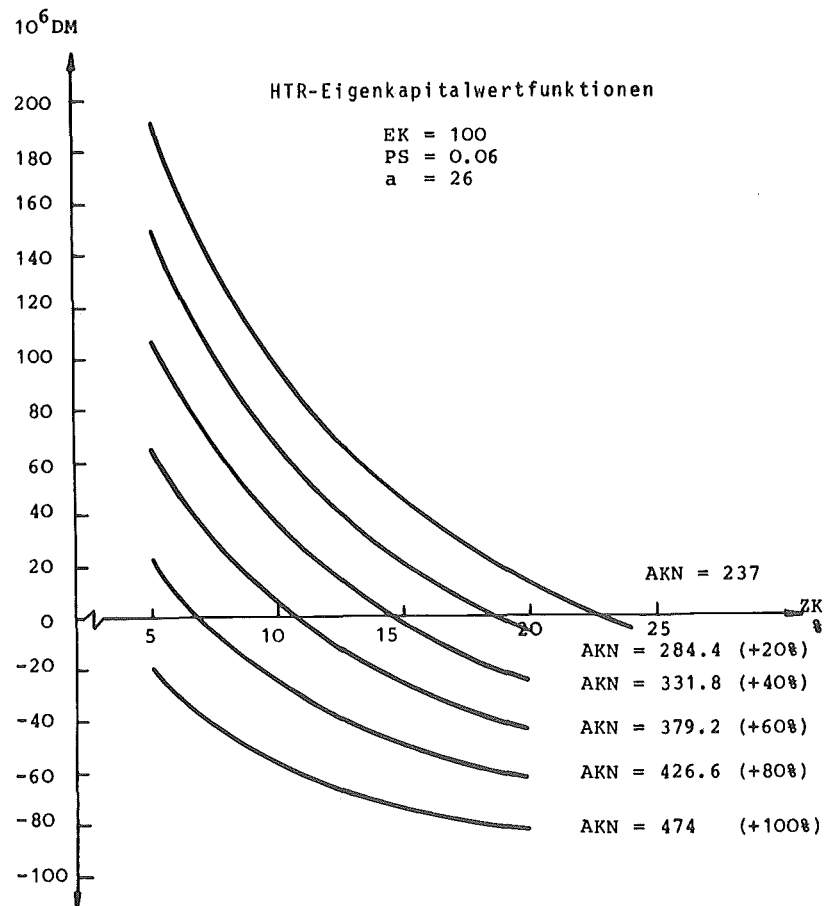


Abb. 12: HTR-Eigenkapitalwertfunktionen

Eigenkapitalwertfunktionen des Hochtemperaturreaktors unter Berücksichtigung 20-100%iger Preissteigerung der Anlageinvestition und steigender Fremdfinanzierung

Erwartet man z.B. über die gesamte optimale Nutzungsdauer des HTR eine Verzinsung des Eigenkapitals von 10 %/a, so kann das Anlagekapital des HTR um etwas über 60 % steigen, ohne daß die geforderte Verzinsung unterschritten wird. Ist der Investor mit einer Minimalverzinsung von 5 % zufrieden, so erwirtschaftet selbst bei 80 %iger Preissteigerung des Anlagekapitals das eingesetzte Eigenkapital über die geforderte Verzinsung noch einen (abgezinsten) Ertrag von ca. 22 Mio DM. In all den Fällen, in denen die Eigenkapitalwertlinien den Wert Null durchschneiden,

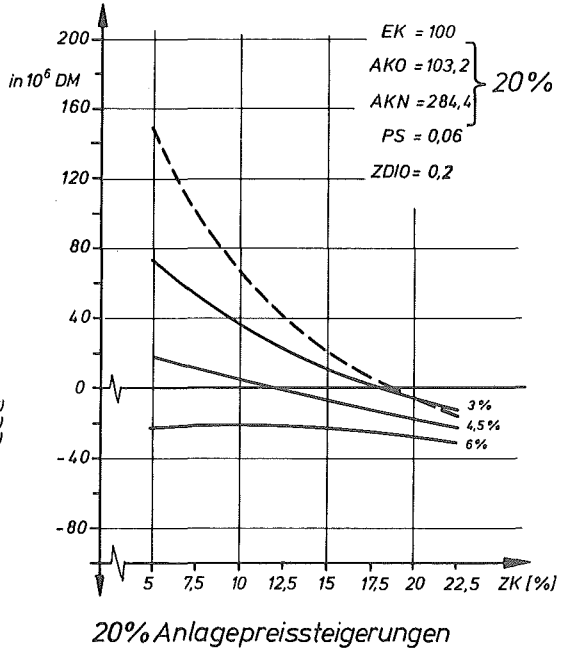
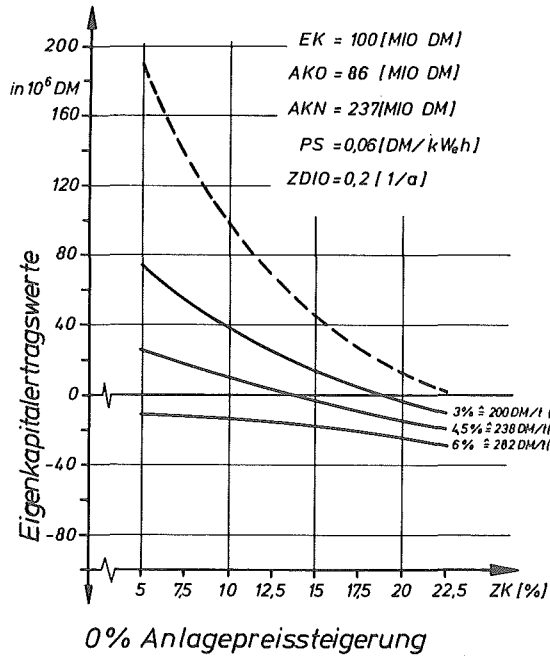
wird der Kalkulationszinsfuß zum internen Zinsfuß des Eigenkapitals, d.h. die finanzwirtschaftliche Rentabilität des Eigenkapitals wird ausgewiesen. Diese Rentabilität liegt für den Fall nicht wirksamer Preissteigerungen beim HTR bei 22,6 %/a. Auch in den anderen Fällen ist sie aus den Schnittpunkten der Kapitalwertfunktionen (unter Berücksichtigung von Preissteigerungen) mit der Null-Linie abzulesen. Unterhalb der Null-Linie wird die Investition wegen der nicht erreichten Mindestverzinsung des Eigenkapitals unwirtschaftlich. Der Verschuldungsgrad der HTR-Investition, d.h. das Verhältnis von Fremdkapital zu Gesamtinvestition nimmt, da ein konstantes Eigenkapital unterstellt wurde, mit den Preissteigerungen des Anlagekapitals zu. Dies ist in Abb. 11 dargestellt. Ein Verschuldungsgrad von 0,8, d.h. die Notwendigkeit einer 80 %igen Fremdkapitalfinanzierung wird jedoch selbst bei Preisverdopplung der HTR-Anlageinvestition nicht überschritten.

2.4.4 Der Einfluß von Preissteigerungen der Anlageinvestition und des Heizölpreises im Kraftwerksvergleich

Es ist von Interesse zu untersuchen, zu welchen Resultaten Preissteigerungen in der Anlageinvestition beider Kraftwerke bei gleichzeitig zu erwartenden Heizölpreissteigerungen im Investitionsvergleich führen. Dies ist in Abb.13 auf Seite 48 aufgezeichnet.

Das linke obere Bild zeigt in gestricheltem Kurvenzug die Funktion des maximalen Eigenkapitalwertes des HTR bei einem Anlagepreis von 237 Mio DM (Ausgangswert). Die maximalen Eigenkapitalwertfunktionen des ÖKW - ebenfalls ohne Anlagepreissteigerungen - wurden mit durchgezogenen Kurvenzügen unter Berücksichtigung von unterschiedlichen im Jahre 1985 zu erwartenden Heizölpreisen aufgezeichnet. Das rechte obere und die linken unteren Bilder zeigen die entsprechenden Kurvenverläufe unter der Annahme 20-60 %iger Anlagepreisssteigerungen.

Die Zeitpunkte, zu denen die maximalen Eigenkapitalwerte des ÖKW erreicht werden, sind in Abhängigkeit von den Heizölpreissteigerungsraten (vgl. 2.4.2) unterschiedlich. Insofern scheint



--- HTR
 — OKW

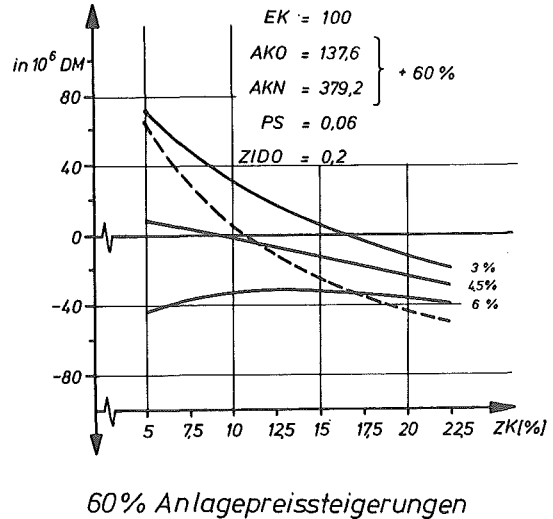
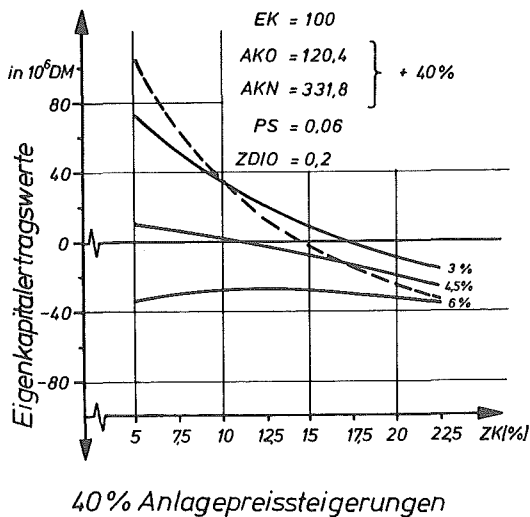


Abb. 13:

Eigenkapitalwertfunktionen unter Berücksichtigung 20-60%iger Preissteigerungen der Anlageinvestitionen im Kraftwerksvergleich.

die Darstellung zunächst zeitlich nicht kompatibel zu sein. Ein unmodifizierter Vergleich aller Eigenkapitalwerte in einem einzelnen Jahr, z.B. im Jahr der optimalen wirtschaftlichen Nutzungsdauer des HTR, wird dem Vorteilsvergleich jedoch nicht gerecht. Denn es kann nicht davon ausgegangen werden, daß ein Kraftwerksbetreiber ein Ölkraftwerk bei sinkenden, u.U. negativ werdenden Eigenkapitalertragswerten weiterarbeiten läßt. Die Voraussetzung der gleichen zeitlichen Erstreckung des Investitionsvergleichs (vgl. 2.3.1) wurde dahingehend interpretiert, daß in den Berechnungen zwar der Zeitpunkt der optimalen wirtschaftlichen Nutzungsdauer des HTR als Vergleichszeitpunkt gewählt wird, der Betrieb des ÖKW jedoch nur bis zum jeweils optimalen Nutzungszeitpunkt aufrechterhalten und der dann erzielte Vermögenszuwachs zum Zinssatz der Differenzinvestition bis zum Zeitpunkt der optimalen wirtschaftlichen Nutzungsdauer des HTR angelegt wird. Damit bleiben die Voraussetzungen des Vorteilsvergleichs erfüllt.

Aus den oben diskutierten Darstellungen wird folgendes deutlich: Die Eigenkapitalertragswertfunktionen des ÖKW sind in bezug auf Baupreissteigerungen weniger anfällig als diejenigen des HTR. Dies ist auf die geringere Kapitalintensität des ÖKW zurückzuführen. Auch die im Zeitablauf gleichzeitig wirksam werdenden Heizölpreiserhöhungen beeinträchtigen die Vorteilhaftigkeit eines ÖKW gegenüber dem nuklearen Kraftwerk nicht in dem Maße, wie dies vielleicht zu erwarten gewesen wäre. Zukünftige Heizölpreiserhöhungen, die wegen des als exponentiell unterstellten Verlaufs in absoluten Steigerungsbeträgen erst nach 8-10 Jahren deutlich ansteigen, sind wegen der Abdiskontierung weniger "wertvoll" als Baupreissteigerungen, die am Anfang der Investition anfallen. Liegt im Ausgangszustand die Eigenkapitalertragswertfunktion des HTR noch deutlich über derjenigen des ÖKW, so muß bei 60 %igen Baupreissteigerungen (bei beiden Kraftwerken) der Heizölpreis um - langfristig - 4,5 % steigen, damit der HTR im Investitionsvergleich gleich günstig erscheint. Mit steigenden Kalkulationszinssätzen wird es für das nukleare Kraftwerk daher schwieriger, bei Baupreissteigerungen zu konkurrieren. Allerdings, und das wird aus den Darstellungen ebenfalls deut-

lich, wird der Schwellenwert von ca. 6 %/a bei den Heizölpreisteigerungen überschritten, was insgesamt einen Heizölpreis von 266 DM im Jahre 1985 bedeutet, so ist das ÖKW - ceteris paribus - bereits im Bau unwirtschaftlich. Wohingegen die Investition in einen HTR, insbesondere, wenn nur niedrige Kalkulationszinsfüße dem Vergleich zugrundeliegen, noch Verteuerungen des Anlagekapitals von 60 % hinnehmen kann, ohne unwirtschaftlich zu werden.

Auf der Grundlage der Ergebnisse dieses Kapitels wie auch der Erkenntnisse des ersten Kapitels (hier insbesondere 1.3.2 und 1.3.3) ist nun zu prüfen, inwieweit sich die Vorteile, die sich aus dem Einsatz des HTR als Industriekraftwerk ergeben, auf die Standortwahl der Großchemie auswirken können.

3. DER AUFBAU EINES MODELLS ZUR DARSTELLUNG VERSCHIEDENER EINFLUSSFAKTOREN AUF DIE STANDORTWAHL VON INDUSTRIEKOMPLEXEN DER GROSSCHEMIE¹⁾

3.1 Standortfaktoren in der Chemischen Industrie

3.1.1 Begriffsbestimmungen

Das Wort Standortfaktor ist ein qualitativer Begriff, der als Einflußgröße bei der Standortplanung definiert werden kann. In der Chemischen Industrie gibt es Standortfaktoren, deren Einfluß so dominant ist, daß sie zu einer Vorabentscheidung über die Einbeziehung eines Standortes in die engere Auswahl führen. Diese Faktoren werden im folgenden unbedingt wirksame Faktoren genannt. Andere Einflußfaktoren wirken je nach Standort mit unterschiedlicher Intensität, so daß ihr Einfluß erst durch eine Quantifizierung sichtbar gemacht werden kann. Diese Faktoren sollen bedingt wirksame Faktoren genannt werden.

3.1.2 Unbedingt wirksame Standortfaktoren

Standortentscheidungen werden von der Chemischen Industrie nicht unter Berücksichtigung nationaler Grenzen, sondern unter Beachtung des übernationalen Marktes ("Weltmarkt") für chemische Güter getroffen [33, S. 10]. Exportintensität, schwankende Wechselkurse, Wettbewerbsverhältnisse, Beschränkungen des Außenhandels und nationale Gesetzgebung zwingen dazu, Standorte im Ausland bei der Planung eines neu aufzubauenden Werkes oder ganzer Betriebskomplexe zu berücksichtigen.

3.1.2.1 Investitionsklima

Eine derartige multinationale Standortplanung birgt politische Risiken in sich. Änderungen in der öffentlichen Meinungsbildung oder in der Einstellung der Regierungen zu Fragen der Produktions- oder Absatzgestaltung, zur freien oder gelenkten Investitionsentscheidung, der Besteuerung, des Gewinntransfers können - ceteris paribus - günstige Standorte für eine Weiterführung, Erweiterung oder Neuaufnahme einer Produktion ungeeignet werden lassen. Deshalb ist es sinnvoll, das langfristige Investitionsklima vor anderen Entscheidungen als einen unbedingten Standortfaktor zu bezeichnen, der zu einer Vorab- (ja-nein) Entscheidung über den Einbezug des Standortes in die Planung führt.

1) Unter dem Begriff der Großchemie werden Unternehmen verstanden, die Produkte, bzw. Produktgruppen herstellen, die einen bedeutsamen Anteil am Gesamtmarkt für Güter der Chemischen Industrie erzielt haben.

3.1.2.2 Infrastruktur

Der Bau chemischer Anlagen ist i.d.R. kapitalintensiv. Die meisten chemischen Reaktionen verlangen außerdem einen gleichförmigen, möglichst störungsfreien Produktionsablauf. Diese industriespezifischen Gegebenheiten bedingen einen hohen Auslastungsgrad der Anlagen. Entsprechend kompliziert und aufwendig in bezug auf Reparaturen und Wartung sind daher die technischen Apparaturen. Die räumliche Nähe von Spezial-Reparaturpersonal ist daher z.B. eine unbedingt notwendige Voraussetzung für den Betrieb einer Produktionsanlage "... das Einfliegen von Spezialisten aus entfernten Standorten z.B. aus Übersee, zur Wartung und Reparatur bestimmter komplizierter Anlagen ist zu riskant und zu teuer" [33, S.127].

3.1.2.3 Bodenfläche

Das Vorhandensein einer großen, ebenen, belastbaren Bodenfläche ist eine weitere Voraussetzung für die Errichtung von Produktionsanlagen der Großchemie.¹⁾

3.1.2.4 Verfahrensbedingte Faktoren

Unbedingt wirksame Standortfaktoren sind außerdem alle diejenigen, hauptsächlich verfahrensbedingten Einflußgrößen, ohne deren sichere Bereitstellung oder ohne deren Erfüllbarkeit eine Produktion nicht möglich ist oder nicht durchgeführt werden darf. Dies sind in der Chemischen Industrie insbesondere:

- Rohstoff-, Energie- und Wasserversorgung
- vorhandene oder ansiedelbare Arbeitskräfte
- erfüllbare Auflagen zum Umweltschutz

3.1.3 Bedingt wirksame Standortfaktoren

An dieser Stelle wird deutlich, daß die bisher diskutierten Einflußfaktoren, insbesondere die verfahrensbedingten Faktoren, sofern sie zu einer grundsätzlich positiven Entscheidung in bezug auf die Aufnahme eines Standortes in die Standortplanung

1) Ein großes deutsches Chemieunternehmen plant z.B. in Norddeutschland einen Industriekomplex in der Größenordnung von 200 ha. Da dieses Chemiewerk mit nuklearer Energie versorgt werden soll, ist die Kenntnis der zulässigen Bodenpressung wichtig. Ein Kernreaktor (3000 MW_{th}) wiegt ca. 110.000 t. Die für den Bau nötige Grundfläche erfordert ca. 2200 m². Die zulässige Bodenpressung muß daher 50 t/m² betragen.

geführt haben, noch in anderer Weise die Standortentscheidung beeinflussen. Gemeint ist das Gewicht, das sie im Vergleich zueinander und mit anderen, bisher nicht diskutierten Faktoren, von Standort zu Standort verschieden, haben. Diese angesprochene quantitative Bewertung der Einflußfaktoren setzt einen Bewertungsmaßstab voraus, der die Einflußfaktoren vergleichbar macht. Wie unter 3.2.3 näher begründet wird, kann als Maßstab eine zweckmäßige Form der Wirtschaftlichkeitsrechnung gewählt werden. Sie gewichtet die Einflußgrößen nach den Ausgaben, bzw. Einnahmen, die sie am jeweils untersuchten Standort verursachen.

3.1.3.1 Faktoren, die die Wirtschaftlichkeit des einzelnen Verfahrens beeinflussen

Bei einer sehr detaillierten Darstellung müssen eigentlich alle Einflußgrößen einer Verfahrenskalkulation in der Chemischen Industrie standortabhängig angenommen werden. Hier soll jedoch eine aggregiertere Aufzählung gegeben werden, um die wesentlichen bedingt wirksamen Standortfaktoren hervorzuheben. Standortabhängige Ausgaben werden vor allem verursacht durch:

- Bodenverhältnisse
- Klima-, Luft- und Wasserverhältnisse
- Auflagen
- Rohstoffe
- Energieversorgung
- Arbeitskräfte

3.1.3.1.1 Bodenverhältnisse

Die Bodenverhältnisse beeinflussen im wesentlichen die (einmaligen) Investitionsausgaben. Schlechte Bodenverhältnisse bedingen Pfahlgründungen der Gebäude und Fundamente. Zusätzliche Erschwernisse können durch erforderliche Bohrungen, Sprengungen von Gestein, größere Erdbewegungen und umfangreiche Entwässerungssysteme gegeben sein [34, S. 33]. Bereits aufgeschlossene Industriegelände können andererseits die Investitionsausgaben wesentlich senken.

3.1.3.1.2 Klima-, Luft- und Wasserverhältnisse

Anschaffungs- und periodische Ausgaben können für die Produktionsanlage sowie für die angeschlossenen Neben- und Hilfsbetriebe in Abhängigkeit von klimatischen Bedingungen sowie von Luft- und Wasserverhältnissen differieren. Bei exotherm verlaufenden Reaktionen, deren Abwärme nur z.T. verwertet werden kann, müssen zusätzliche Kühlaggregate installiert werden. Ein Standort mit niedriger Luft- und Kühlwassertemperatur erfordert vergleichsweise geringere Wärmeaustauschflächen. Daraus können erhebliche Ersparnisse bei den Kühlanlagen resultieren. Nach herrschender Auffassung ist es auch noch immer vorteilhaft, Chemieanlagen an Flüssen, Seen oder in einem Gebiet mit ausreichendem Grundwasser zu bauen. Dann besteht die Möglichkeit, das Wasser direkt zu entnehmen und wieder abzuleiten [34, S. 29]. Zu bedeutenden Standortvorteilen hat die Mehrfachfunktion eines schiffbaren Flusses als Kühlmittelspender, Abwasserkanal und Transportweg geführt. "Ein Blick auf die wirtschaftsgeografische Karte der BRD genügt, um zu erkennen, daß etwa zwei Drittel der deutschen Chemischen Industrie entweder unmittelbar am Rhein und in seinem Einzugsgebiet liegt, ..." [33, S. 9].

3.1.3.1.3 Auflagen

Angeichts der erheblichen Umweltschäden, die eine Überbeanspruchung der Gewässer hervorruft, und des daraus erwachsenden Bedürfnisses nach restriktiven Abwasserbestimmungen erscheint es jedoch für die Zukunft wenig sinnvoll, einem Standort nur deshalb den Vorzug zu geben, weil im Augenblick noch ausreichende Wassermengen zur Verfügung stehen [35, S. 39]. Derartige Auflagen und solche, die die Staub-, Geruch-, Lärm- und vor allem die Giftgasemission der chemischen Industrie beschränken, sind bereits im kommunalen Bereich unterschiedlich streng gefaßt oder werden von einzelnen Mitgliedsländern der EWG mit unterschiedlicher Intensität kontrolliert (vgl. hierzu den Diskussionsbeitrag von Foerster in [33, S. 42]). Mehr oder weniger restriktiv formulierte Umweltschutzauflagen sowie deren unterschiedlich strenge Anwendung rufen erhebliche standortabhängige Differenzen bei Investitions- und periodischen Ausgaben hervor.

3.1.3.1.4 Rohstoffe

Bezugskosten für Rohstoffe können, in Abhängigkeit von der geographischen Lage des Standortes, ebenfalls zu sehr unterschiedlichen periodischen Ausgaben führen. Dies gilt insbesondere bei hohem Materialindex der Rohstoffe. Dabei wirken die Transportkosten in zweifacher Hinsicht: "Zum einen variieren unter Umständen die Frachtsätze und Tarife räumlich, zum anderen hängen die Transportkosten vom Abstand des Betriebsstandortes von den Zielorten ab" [36, S. 97].

3.1.3.1.5 Energieversorgung

Die Ausgaben für die Energieversorgung chemischer Werke werden oft als standortunabhängig angesehen. Eingehende Untersuchungen des regionalen Preisniveaus für Strom und Heizöl in den Mitgliedsländern der EWG haben jedoch ergeben, daß hier trotz Angleichungstendenz noch erhebliche Preisunterschiede bestehen. (Die Möglichkeiten drastischer Wechselkursverschiebungen dürfen nicht außer acht gelassen werden).

Nach einer EWG-Studie aus dem Jahre 1962 zahlten industrielle Großabnehmer Preise zwischen 0,75 UScents/kwh (Südfrankreich) und 1,75 UScents/kwh (Bayern, Norddeutschland) [37, S.59]. 1969 wurden innerhalb Deutschlands noch Index-Preisniveauunterschiede von maximal ca. 35% bei einer vergleichbaren Industrieabnehmergruppe festgestellt [38, S.70]. Dabei noch stärker schwankende Differenzen weist der Preis für schweres Heizöl auf. Wiederum nach einer EWG-Studie [39, S.82] wurden Anfang 1970 in Paris Endabnehmerpreise von 15,48 \$/t, in Mailand 24,80 \$/t und Ende 1970 in Paris 24,31 \$/t und in Luxemburg 33,40 \$/t für Heizöl S bezahlt. Der Einfluß des Energiepreises auf die periodischen Ausgaben kann für Betriebe der Chemischen Industrie daher erheblich sein.

3.1.3.1.6 Arbeitskräfte

Unterschiedlicher Ausbildungsstand, Knappheitsgrad und Mobilität der Arbeitnehmer verursachen regionale Preisunterschiede für den Faktor Arbeit. Nach einer EWG-Untersuchung wurden 1969 für den Industriezweig Chemische Erzeugnisse in den einzelnen

Mitgliedsländern Indexunterschiede bei den Arbeitskosten je Arbeiter und Angestellten zwischen 66 (Luxemburg) und 100 (BRD, Land mit den höchsten Aufwendungen) festgestellt /40, S. 246/.¹⁾ Innerhalb der einzelnen Länder sind ähnlich starke Schwankungen zu beobachten [40, S. 136-177]. Die periodischen Ausgaben für Arbeitskräfte können daher auch als bedingt wirksame Faktoren eine Standortentscheidung beeinflussen.

3.1.3.2 Faktoren, die die Wirtschaftlichkeit eines Chemiekomplexes zusätzlich beeinflussen

3.1.3.2.1 Besonderheiten eines Chemiekomplexes

Die Errichtung mehrerer untereinander verbundener Produktionsanlagen einschließlich Neben- und Hilfsbetriebe an einem Standort zur Erzeugung und zum Absatz chemischer Güter wird als Chemiekomplex bezeichnet. Die Agglomeration von Produktionsanlagen an einem Ort ist besonders typisch für den Bereich der Kohlenstoffchemie. Hier fallen je Verfahren häufig mehrere Produkte gleichzeitig an, von denen oftmals nur das Hauptprodukt absetzbar ist. Die sogenannten Nebenprodukte müssen durch weitere Veredlung erst marktfähig gemacht werden. Erst durch die Verwertung der Nebenprodukte ist die Wirtschaftlichkeit des Gesamtkomplexes gesichert, bzw. ist das Hauptprodukt ökonomisch sinnvoll zu produzieren. Diese Subsysteme untereinander verbundener Aktivitäten können je Standort zu unterschiedlichen Ersparnissen führen, die nach Isard [41, S. 400-405] im wesentlichen zwei Ursachen haben.

3.1.3.2.2 "Scale economies" (Größendegressionsersparnisse)

Scale economies, d.h. Größendegressionsersparnisse werden aufgrund physikalischer und organisatorischer Gegebenheiten wirksam, wenn die chemische Produktion in kapitalintensiven Aggregaten räumlich konzentriert wird. Diesen produktionstechnischen Vorteilen steht jedoch das Risiko des Ausfalls der Gesamtanlage bei Störungen in einzelnen Betriebsbereichen gegenüber.

1) In Luxemburg gibt es allerdings noch kein vergleichbares Unternehmen der Großchemie

3.1.3.2.3 "economies of spatial juxtaposition" (Ersparnisse aufgrund räumlicher Nähe)

Bei hochspezialisierter, arbeitsintensiver chemischer Produktion können andererseits Ersparnisse wirksam werden, die den Bau mehrerer gleichartiger Anlagen an einem Standort veranlassen. Hier sind es vor allem der gleiche Ausbildungsstand der Facharbeiter, die Nähe von Konkurrenzbetrieben und Abnehmern, die zu "economies of localization" führen. - Der Grad der regionalen Entwicklung fördert ebenfalls die Konzentration von Chemieanlagen an einem Standort. An bereits vorhandene Produktionsanlagen lassen sich sonst nicht mehr verwertbare Restmengen absetzen. Nebenanlagen, z.B. Energiebetriebe, können durch einen Verbundbetrieb auf optimale Betriebsgrößen ausgelegt werden. Die Vorteile der entwickelten Administration und sonstiger Dienstleistungsbetriebe können genutzt werden. Dies entspricht weitgehend der früheren Annahme eines Agglomerationseffektes.

Die Summe dieser Ersparnisse, die aus einer räumlichen Konzentration in sich verflochtener Produktions- und Hilfsbetriebe resultieren, wird von Isard als "economies of spatial juxtaposition" bezeichnet.

3.1.3.3 Staatliche Eingriffe

Die multinationale Planung in der Chemischen Industrie bedingt noch stärker, als es im nationalen Rahmen notwendig ist, eine Berücksichtigung der Eingriffe des Staates, die die Wirtschaftlichkeit der Produktion am untersuchten Standort beeinflussen. Diese Eingriffe werden in zwei Richtungen wirksam: Einerseits fordert der Staat Steuern und Abgaben für jede unternehmerische Tätigkeit, andererseits fördert er die Neuansiedlung oder die Erweiterung von Produktionsanlagen durch die Gewährung von Investitionsanreizen. Beide Arten der so definierten Eingriffsmöglichkeiten des Staates müssen, da sie je nach gesellschaftspolitischer Zielsetzung von Land zu Land und dort von Standort zu Standort unterschiedlich ausfallen, ebenfalls als bedingt wirksame Faktoren angesehen werden. Sie beeinflussen sowohl die einmaligen wie auch die periodischen Ausgaben.

3.1.3.4 Weitere wirksame Standortfaktoren

Die Qualität eines industriellen Standortes wird nicht allein durch Wirtschaftlichkeitsgrößen bestimmt. Die Nähe zum Abnehmer der Produkte, der Informationsaustausch mit Angehörigen der gleichen Berufsgruppe, oftmals der Konkurrenz sowie der good-will eines Standortes schaffen Fühlungsvorteile, die auch bei der Errichtung großtechnischer Anlagen nicht übersehen werden sollten. Ferner kann der Freizeitwert eines Ortes und seiner näheren Umgebung ein nicht zu vernachlässigender, wirksamer Standortfaktor sein.

3.1.4 Zusammenfassung:

Ein Gliederungsschema für Standortplanungen in der Chemischen Industrie

Damit sind die wesentlichen Standortfaktoren beschrieben. Zur Festlegung der Reihenfolge, in der die einzelnen Einflußgrößen bearbeitet werden können, wird ein Programmablaufplan vorgeschlagen, der in Abb. 14 auf S. 59 wiedergegeben ist.

Das Schema enthält in seinen ersten zwei Zeilen die unbedingt wirksamen Standortfaktoren, die hintereinander abzuarbeiten sind. Wird hier ein Faktor als nicht gegeben oder nicht erfüllbar angesehen, so kann sofort zur Untersuchung des nächsten Standortes übergegangen werden, oder die Untersuchung ist beendet. Der mit unterbrochenen Strichen umrandete Teil des Planes enthält die bedingt wirksamen Standortfaktoren, die zeilenweise gleichzeitig untersucht bzw. quantifiziert werden können. Das Ergebnis der Quantifizierung kann eine Maßgröße der Wirtschaftlichkeitsrechnung sein (vgl. 2.3.1 oder 3.2.2). Entspricht der Wert der Maßgröße den Vorstellungen des Standortplaners, so ist der Einfluß der weiteren Standortfaktoren verbal oder mithilfe einer Kosten-Nutzen-Analyse festzulegen.

Ist der Wert der Maßgröße negativ oder werden ein negativer Freizeitwert die Standortqualität ins Negative ab, so fällt der Standort wie bei negativer Entscheidung über einen unbedingt wirksamen Standortfaktor aus der Untersuchung heraus.

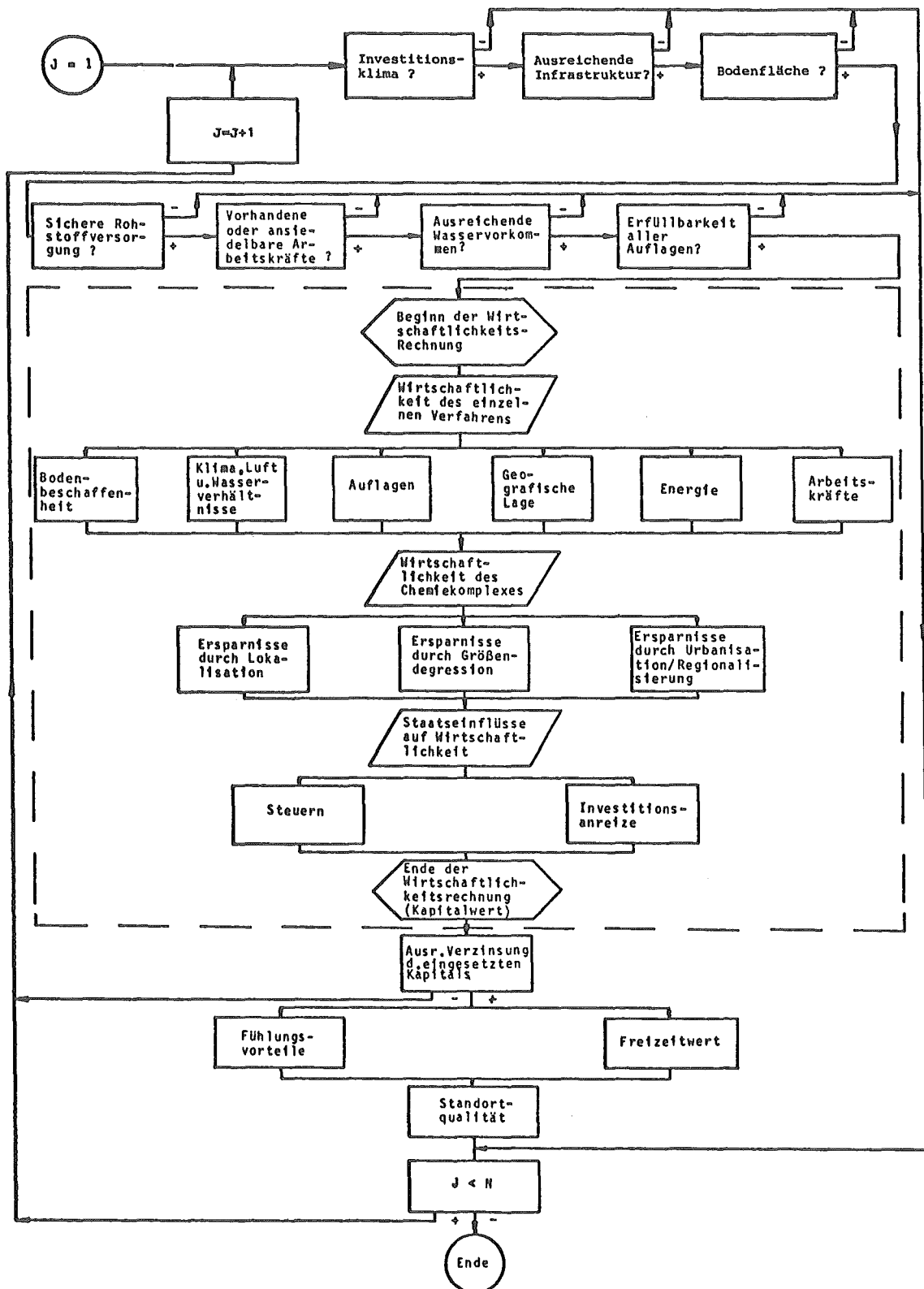


Abb. 14: Ein Gliederungsschema für Standortplanungen in der Chemischen Industrie

3.2. Zur Zielfunktion des Standortmodells

3.2.1 Das Kriterium der Minimierung volkswirtschaftlicher Kosten

Eine Unternehmung ist durch ihre Aktivitäten in den Gesamtbereich einer Volkswirtschaft integriert. Bezogen auf die Standortwahl bedeutet das, daß der formal geeignetste Standort derjenige ist, an dem bei gegebenem volkswirtschaftlichen Nutzen die geringsten volkswirtschaftlichen Kosten entstehen. Eine Standortuntersuchung, die sich an dieser Zielfunktion orientiert, setzt voraus, daß eine allgemein anerkannte Definition des gegebenen oder gewünschten volkswirtschaftlichen Nutzens einer Unternehmung existiert, und daß es möglich ist, die volkswirtschaftlichen Kosten und Erträge eines Unternehmens zu quantifizieren. Letzteres ist mit Hilfe der Cost Benefit Analyse noch am ehesten erreichbar [42, S. 244-247], obwohl die verursachungsgemäße Zuordnung und Bewertung von Immissionen sowie der notwendigen Infrastrukturaufwendungen des Staates und der Verbesserungen der lokalen oder regionalen Wirtschaftskraft im einzelnen Fall immer wieder kontrovers sind. Die erste Voraussetzung ist in einer nicht gelenkten Volkswirtschaft, in der keine gesamtwirtschaftlichen und regionalen Produktionsplanungsprogramme als Grundlage einer Standortentscheidung dienen, nicht gegeben.

In Volkswirtschaften, die in weiten Bereichen der Produktion das Wettbewerbsprinzip zulassen - hierfür gilt diese Untersuchung -, ist daher die Standortwahl keine globalwirtschaftliche Zuordnung, sondern eine einzelwirtschaftliche Entscheidung für die betriebswirtschaftliche Kriterien herangezogen werden müssen. In wieweit der Staat durch seine Maßnahmen der Investitionsanreize die einzelwirtschaftliche Entscheidung beeinflusst, wird bei den Ergebnissen der Untersuchung noch zu diskutieren sein.

3.2.2 Betriebswirtschaftliche Zielfunktionen

3.2.2.1 Kosten- und Ertragsorientierte Zielfunktionen

Seit Veröffentlichung der Arbeiten von Launhardt [43] und A. Weber [44] wurde das Kriterium des optimalen industriellen Standortes in der Literatur jahrzehntelang in der Minimierung der standortabhängigen Kosten gesehen.

Später bezog Lösch in seiner Darstellung die Erlösseite mit ein. Dadurch wird nicht mehr die Zielfunktion: Minimale Kosten, sondern die Zielfunktion: Maximaler Gewinn zum Kriterium der Lösung des (industriellen) Standortproblems [45, S. 17 ff].

Auch den Arbeiten von Isard [41] und seinen Mitarbeitern [46, 47] liegt die Deviationsanalyse Webers zugrunde, wonach zunächst der Standort minimaler Transportkosten bestimmt und dann in einer marginalanalytischen Betrachtung untersucht wird, in wie weit aufgrund anderer Standortfaktoren: Arbeits-, Rohstoff- und Energiekosten eine Verlagerung der Standorte erfolgen kann. Isard erweitert diesen Ansatz allerdings in mehrfacher Hinsicht: Durch die Einbeziehung von industriespezifischen Gegebenheiten sowie durch die Berücksichtigung von regionalwirtschaftlichen Eigenarten wird die Zahl der möglichen Deviationsfaktoren entscheidend erhöht. Seine Darstellung der Industriekomplexanalyse greift über in den Bereich der Cost Benefit Analyse, da er auch alle durch das Entstehen eines Industriekomplexes ausgelösten Änderungen der Attitüde der Wirtschaftssubjekte (z.B. Investitionsbereitschaft der Unternehmer sowie Spar- und Konsumverhalten der Verbraucher) bei einer Analyse ausdrücklich berücksichtigt wissen will [41 S. 408]. Am Beispiel eines petrochemischen Industriekomplexes für Puerto Rico führt er mit Hilfe der Analyse komparativer Kosten- und Ertragsvorteile den empirischen Nachweis, daß ein Standort in einer benachteiligten Region durch die Ausnutzung von standortspezifischen Gegebenheiten (Nähe zum venezuelanischen Öl, niedrige Arbeitslöhne, zollfreie Importe auf das amerikanische Festland) absolute Nettoertragsvorteile gegenüber ursprünglich optimalen Standorten (Golfküste, Neuengland) erreichen kann [48, S.200]. - Der rechnerische An-

satz Isard's bleibt dennoch betriebswirtschaftlich-kostenorientiert. Auch die economies of localization und integration resultieren letztlich aus Transportkostenersparnissen, die durch die räumliche Nähe der untersuchten Anlagenkombinationen erst möglich werden. Als Kosten-Nutzen-Analyse ist diese Industriekomplexanalyse noch nicht zu bezeichnen, da trotz der Erwähnung mancher Arten von social cost und social benefits deren Bedeutung nicht systematisch nachgegangen wird und auch nicht der Versuch einer Quantifizierung unternommen wird. - Aber auch der betriebswirtschaftliche Ansatz ist nach dem heutigen Wissensstand unbefriedigend. Da bei den Rechnungen ausschließlich statische Kalkulationen vorgenommen werden, hat seine Aussage unter langfristigen Gesichtspunkten keine Gültigkeit. Die Auswahl der "optimalen" Produktionsprogramme je Standort geschieht exemplarisch und wird mit heuristischen Methoden errechnet. - In einem Teil der jüngeren betriebswirtschaftlichen Literatur werden die Gewinnmaximierungs- oder Kostenminimierungskriterien der industriellen Standortlehre stärker formalisiert - vgl. z.B. die bei Bloech wiedergegebene Zusammenstellung der wesentlichen Arten von Standortbestimmungsmodellen [36, S. 11-174] - und unter Verwendung der Methoden der Optimierungsrechnung zu entscheidungstheoretischen Ansätzen ausgebaut [49, S.94 - 137; 50, S. 38-156].

3.2.2.2 Rentabilitätsorientierte Zielfunktionen

Während dort die Frage der Standortwahl als Problem sui generis behandelt wurde, haben andere Autoren [51, S.36; 52, S. 33 ff; 32, S.243ff] das Standortproblem in das Gesamtgebiet der Unternehmensplanung eingegliedert. Für die Lösung von Standortproblemen werden hier die gleichen Methoden der Wirtschaftlichkeitsanalyse angewendet wie auf Investitionsprobleme im allgemeinen.

3.2.2.2.3 Dynamische Optimierungsmodelle

Die Kritik an den statischen und dynamischen Methoden der Investitionsrechnung, insbesondere die Kritik an der Methode des internen Zinsfußes [vgl. z.B. 17, S.175-180], sowie die Grenzen ihrer Anwendbarkeit auf Investitionsprogrammentscheidungen [vgl. hierzu 55, S. 11, 12] führten zur Entwicklung finanzwirtschaftlicher Optimierungsmodelle, die den Vorteilsvergleich

mit Hilfe kombinatorischer Investitionsprogramme [vgl. z.B. 56, 57, 55, 58, 60] durchführen. Das Optimum wird bei solchen Entscheidungsmodellen durch den optimalen Einsatz aller zur Verfügung stehenden Geldmittel bestimmt. Das Aufstellen derartiger Modelle wirft in der praktischen Anwendung wegen des Interdependenzproblems jedoch kaum lösbare Schwierigkeiten auf. Denn es müssen im Grunde alle Unternehmensentscheidungen Investition, Finanzierung, Beschaffung, Produktion, Absatz, Organisation simultan getroffen werden, "und zwar für den Zeitraum bis zum Lebensende der Unternehmung" [17, S. 157]. Sonst ist der optimale Finanzplan nicht erreicht, und das formal errechnete Optimum ist ein Quasi-Optimum. Es richtet sich nach den gewählten Vereinfachungen und Restriktionen des jeweiligen Modells. Weiterhin stehen der Anwendung derartiger Modelle in der Praxis noch immer rechentechnische Schwierigkeiten entgegen, die wegen der verlangten Ganzzahligkeit einer ökonomisch sinnvollen Lösung entstehen. "Es gibt bis heute kein Rechenverfahren, das zu einer praktisch befriedigenden Lösung für gemischt-ganzzahlige Programme führt" [17, S. 343; vgl. auch 59, S. 306]. Auch Bloech weist zum Abschluß seiner Untersuchung darauf hin, daß sich bei der Anwendung betriebswirtschaftlicher Entscheidungsmodelle für die Standortbestimmung "Realitätsnähe und Praktikabilität" als Gegensätze gegenüberstellen [36, S. 204, 206].

3.2.3 Die gewählte Zielfunktion

In bezug auf Zielsetzung, Realitätsnähe und Praktikabilität dieser Untersuchung erschien es aus folgenden Gründen nicht sinnvoll, ein Entscheidungsmodell zu konstruieren und von daher das gestellte Thema zu beantworten:

Ein Entscheidungsmodell hätte bei der Fülle der zu untersuchenden Erzeuger- und Abnehmerstandorte (vgl. 3.4.2, bzw. 4.5) und einem durch die langfristige optimale Nutzungsdauer der Energieversorgung vorgegebenen Planungszeitraum von 20 Jahren (vgl. 5.2.1) alle finanz- und produktionswirtschaftlich möglichen Investitionskombinationen eines Industriekomplexes der Großchemie für im Grunde nur zwei Handlungsalternativen, nämlich

konventionelle und nukleare Energieversorgung, zu vergleichen. Das Schwergewicht der Untersuchung hätte dann bei der Erarbeitung einer Vielzahl von Produktionsprogrammen (für jeden untersuchten Standort) gelegen. Dies entspricht aber weder der Zielsetzung noch der Realitätsnähe der geforderten Aussagen. Denn es kommt nicht darauf an, jedem Standort ein optimales Produktionsprogramm zuzuordnen, sondern eine Aussage zu treffen über mögliche Änderungen der "Qualität" einzelner Standorte für die Chemische Industrie beim Einsatz nuklearer Energie. Außerdem sind Auslegung und Kalkulation von Chemieanlagen über einen so langen Zeitraum nicht prognostizierbar, da gerade in der Verfahrenstechnologie der technische Fortschritt auch bei eingeführten Produkten recht ungestüm wirkt. Und schließlich gelten die im vorherigen Abschnitt gemachten Aussagen zur Praktikabilität von Optimierungsmodellen auch für die hier vorliegende Fragestellung.

Daher wurde die bereits beim Kraftwerksvergleich verwendete modifizierte Kapitalwertmethode, d.h. der Vermögenszuwachs des vom Investor eingesetzten Eigenkapitals, als Bewertungskriterium der beiden Handlungsalternativen verwendet. Hierdurch bleiben die unter 2.3.1 beschriebenen Voraussetzungen auch für den alternativen Vergleich günstiger und weniger günstiger Standorte der Großchemie im Untersuchungsraum gültig und brauchen nicht neu formuliert zu werden.

3.3 Ein Modellkomplex der Großchemie als Untersuchungsgegenstand

Im Rahmen dieser Untersuchung ist es nicht möglich, in einem Ansatz, der über nationale Grenzen hinausgreifen soll, "die" Chemische Industrie (welchen Landes?) und deren standortbestimmende Faktoren rechenbar darzustellen. Es muß infolgedessen ein vereinfachtes Modell gewählt werden, das sowohl typisch ist für wesentliche Teilbereiche der Chemischen Industrie, als auch energetisch interessant und damit zur Beantwortung des Themas geeignet.

Schwerpunkte der Chemieproduktion sind in nahezu allen entwickelten Industrieländern die anorganischen und organischen Industriechemikalien, die Kunststoffe, Chemiefasern und die pharmazeutischen Produkte. Wie die folgende Tabelle zeigt, ist der Anteil dieser Erzeugungsgruppen am Produktionswert der Chemischen Industrie der BRD am höchsten; die Strukturanteile der einzelnen Sparten können in gewisser Weise für alle hochentwickelten Chemieländer als repräsentativ gelten [61, S.732].

	1953	1958	1963	1968
Anorganische Industriechemikalien	12,8	12,4	10,4	8,7
Organische Industriechemikalien	14,9	14,0	11,7	15,5
Chem. Spezialerzeugnisse, vorwiegend zur Weiterverarbeitung bestimmt, darunter	50,9	53,4	54,3	49,7
Düngemittel	9,3	9,2	7,5	5,5
Pflanzenschutzmittel usw.	1,0	1,3	1,5	1,6
Kunststoffe	7,1	10,7	12,3	13,2
Chemiefasern	8,3	7,0	8,4	8,4
Organische Farbstoffe	4,2	2,8	3,3	3,1
Mineralfarben und Pigmente	2,5	2,5	2,4	2,3
Lacke und Anstrichmittel	5,5	5,8	6,2	5,3
Leime und Klebstoffe	1,3	1,3	1,5	1,2
Textil- und Lederhilfsmittel	2,1	2,0	2,2	2,2
Chem. Spezialerzeugnisse, vorwiegend zum Konsum bestimmt, darunter	21,4	20,2	23,6	26,1
Pharmazeutika	9,3	9,9	11,0	12,2
Seifen und Waschmittel	5,7	4,9	5,1	5,0
Körperpflegemittel	2,4	2,8	3,5	4,3
Photochemikalien	1,5	1,8	1,9	1,6
Chemischer Bürobedarf	0,9	1,0	0,8	1,1
Putz- und Pflegemittel usw.	1,6	1,5	1,3	1,2

Tabelle 3: Anteile der Erzeugungsgruppen am Produktionswert der Chemischen Industrie der BR

Quelle: [61, S.733]

Die klassischen und z.T. sehr energieintensiven Chemieprodukte: anorganische Industriechemikalien, organische Farbstoffe und Düngemittel, hiervon insbesondere die anorganischen Industriechemikalien haben an Bedeutung verloren; ihnen wird auch für die kommenden Dekaden kein nennenswertes Wachstum beigemessen [62]¹⁾.

1) Sowohl den Annahmen über die künftige technische Entwicklung als auch über den Bedarf der Gesellschaft unterliegen große Unsicherheiten.

Sie werden daher in diesem Modell nicht mehr berücksichtigt. - Ebenso soll der Bereich Pharma ausgeklammert werden, der zwar noch immer als überdurchschnittlicher Wachstumsbereich der Chemischen Industrie angesehen wird, jedoch in der Zusammensetzung der Verfahren und Abnehmergruppen eine Sonderstellung einnimmt und nur wenig mit den übrigen umsatz- und mengenmäßig bedeutsamen Produktionsbereichen der Chemischen Industrie in Verbindung steht. Es bleiben mithin für eine modellmäßige Betrachtung die Sparten Organische Industriechemikalien, Kunststoffe - hierin ist auch die Produktgruppe der Synthesekautschuke erfaßt - und Chemiefasern in angemessener Form zu berücksichtigen.

Die Auswahl der einzelnen Erzeugnisse erfolgt aus der Sicht des Absatzes /63, S.453 /: Es werden nur verkaufsfähige Grund- und Zwischenprodukte berücksichtigt, Kunststoff- und Synthesefaserprodukte, wie sie von der Kunststoff- und Faserverarbeitenden Industrie, der Gummiindustrie sowie der Chemischen Industrie selbst tatsächlich bezogen werden.

Die Höhe der Jahresproduktion der Endprodukte orientiert sich an der Aufnahmefähigkeit der zu untersuchenden Märkte. Es wurde außerdem darauf geachtet, diese Produktkapazitäten in ausgewogenen Relationen zueinander darzustellen und auch bei den Anlagen der Zwischenstufen ökonomisch sinnvolle Größenordnungen zu erreichen. Bezogen auf das Jahr 1970 wurde ein Verhältnis um ca. 15/100 zwischen den Endproduktkapazitäten des Modellkomplexes und dem tatsächlichen aufaddierten Verbrauch der Teilmärkte angestrebt, entsprechend einem von [64] angegebenen Richtwert für die Übernahme von Marktanteilen durch einen zusätzlichen Wettbewerber auf Nicht-Spezialmärkten in der Chemischen Industrie.

Die Auswahl der Verfahren ist einerseits bedingt durch Zahl und Jahreskapazität der Endprodukte, andererseits durch den

Zwang, das Modell auf eine geschlossene petrochemische Grundprodukt- und Zwischenproduktstruktur hin zu konzipieren, wie dies von Großunternehmen der Chemischen Industrie tatsächlich angestrebt wird. Dies gelingt dadurch, daß ein petrochemisches Grundverfahren zur Verarbeitung der als Rohstoffeinsatz notwendigen Kohlenwasserstoffe an den Anfang des Komplexes gestellt wird. Das benutzte Verfahren ist das sog. "steam-cracking", in dem unter Verwendung von Wärme mit Temperaturen zwischen 650 und 900°C die Kohlenwasserstoffmoleküle des Einsatzprodukts Naphtha in einem Röhrenspaltofen zwecks Herstellung von Kohlenwasserstoffen mit geringerer Molmasse auseinandergebrochen werden. Der Einsatz dieses Verfahrens bietet außerdem folgende Vorteile: Das Verfahren ist erstens repräsentativ für den Untersuchungsraum [65, S. 12-15] (vgl. auch 4.2). Durch die Konzeption des Modells kann es zweitens in optimaler wirtschaftlicher Betriebsgröße eingesetzt werden [61, S. 44]. Und es ist drittens besonders geeignet, das Substitutionspotential des HTR für Betriebsmittelenergie auszuschöpfen (vgl. 1.3.3).

Der anhand dieser Voraussetzungen konstruierte Modellchemiekomplex stellt sich dann dar, wie aus Abb. 15 auf S. 71 ersichtlich.

Die schematische Darstellung enthält die aufgenommenen Verfahren sowie den Produktionsfluß, beginnend bei den petrochemischen Grundstoffen (Verf. 1-5) über organische Zwischenprodukte, die hauptsächlich zum Absatz bestimmt sind (Verf. 6-13), oder die komplexintern Verwendung finden (Verf. 20-24, 26, 28, 29, 31, 33) bis hin zu Synthesekautschuken (Verf. 14-16), Polymerisations- und (Verf. 17-19, 22, 25) Kondensationsprodukten (Verf. 27, 30, 32, 34).

Am Rand des linken und unteren Teils der Abb. 15 sind die mengenmäßig wichtigsten Einsatzstoffe des Modellkomplexes aufgezeichnet. Der obere Teil und der rechte Rand des Bildes weisen die abzusetzenden (End-) Produkte des Modellkomplexes aus. In der Mitte des Bildes erscheinen noch einmal die fünf wesentlichen Grundstoffe, die für die - teilweise mehrstufige - Weiterverarbeitung von Bedeutung sind. Die Mengenflüsse der Produkte sind in 10^3 t/a angegeben.

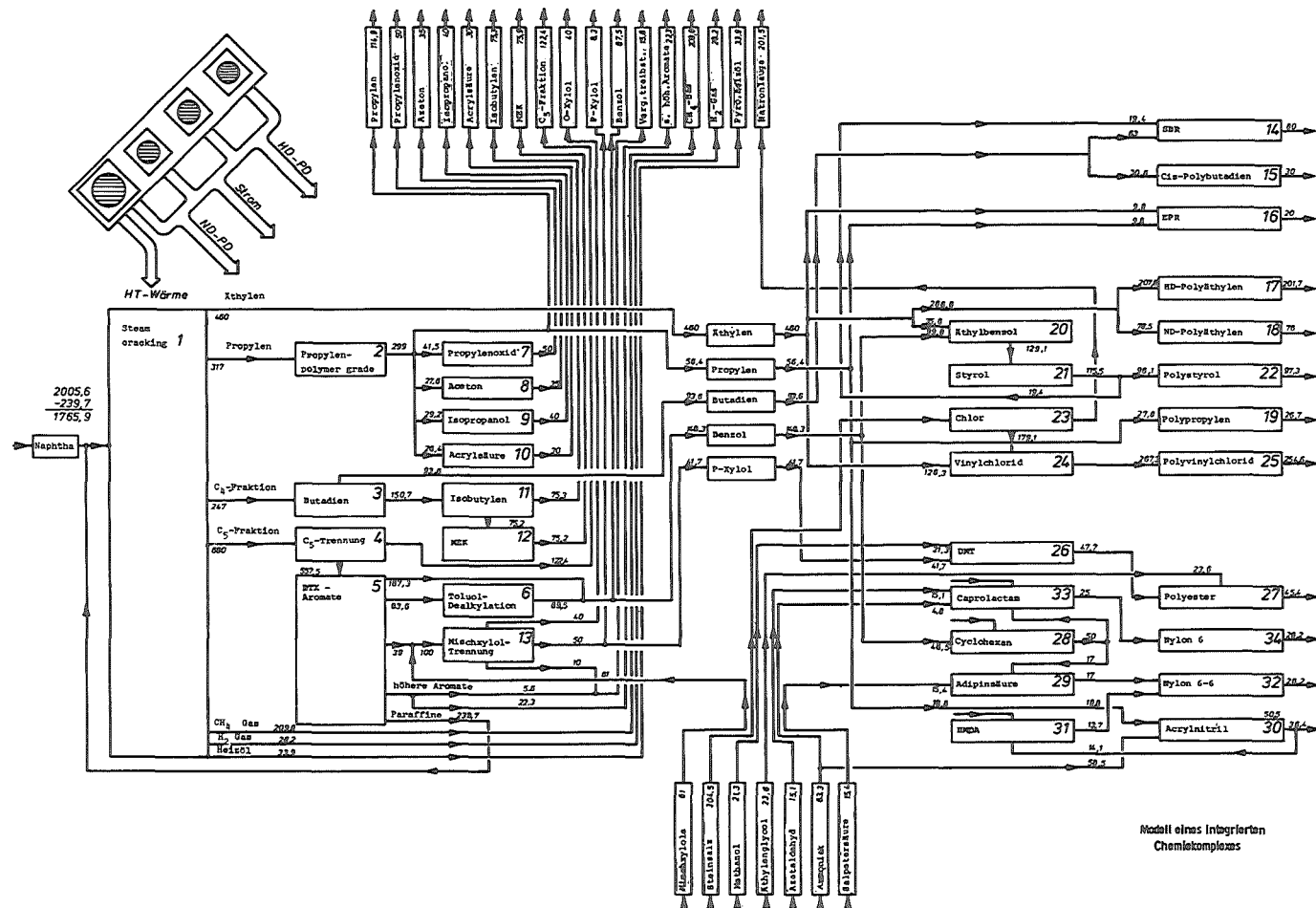


Abb. 15 : Modell eines integrierten Chemiekomplexes

Der Versorgung des Modellkomplexes mit Betriebsmittelenergie dienen vier Kraftwerkseinheiten, die aus Gründen der Flexibilität in der Betriebsweise, der Reservehaltung und der Begrenzung des Ausfallrisikos als typische Industriekraftwerke mit Wärme-Kraft-Kopplung ausgelegt wurden (Abb. 15 oben links). Das Schema zeigt das Fallbeispiel mit nuklearer Energieversorgung. Drei Kraftwerksblöcke à $500 \text{ MW}_{\text{th}}$ versorgen den Modellkomplex mit Strom und Dampf; ein Kraftwerksblock à $700 \text{ MW}_{\text{th}}$ stellt zusätzlich zur kombinierten Strom-Dampf-Erzeugung $200 \text{ MW}_{\text{th}}$ hochtemperaturige Wärme zur Verfügung. Diese Wärme muß im konventionellen Fall durch direkte - fossile - Befeuerung an der Verbrauchsstelle aufgebracht werden.

Auf eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Produktionsprozesse kann in dieser ökonomischen Untersuchung verzichtet werden. Eine eingehendere technische Darstellung der Verfahren und weitere Literaturhinweise sind im Anhang der Anlage II, S. 1-34, zu entnehmen. Wesentliche Komplexdaten lassen sich jedoch aus Tabelle 4 ersehen; sie vermitteln eine Vorstellung von der Größenordnung des hier untersuchten Modells.

Der betriebsmittelbestimmte Energieverbrauch des Modells läßt sich auf zehn Energiearten aufteilen. Neben den durch den Einsatz von Hochtemperaturreaktoren substituierbaren Endenergien Strom, Hochdruckprozeßdampf, Niederdruckprozeßdampf und hochtemperaturige Wärme werden in Anlehnung an Kölbel-Schulze [66] als Energiearten noch Kühlwasser, behandeltes Wasser, Kälte, sonstige Heizenergie, Druckluft und Stickstoff ausgewiesen. Für eine Deckung des Bedarfs dieser Energiearten ist es ohne Bedeutung, ob der Modellkomplex mit konventioneller oder nuklearer Energie versorgt wird. Das gilt auch für die Energieart "sonst. Heizenergie", die mit einem Verbrauch von $3,2 \cdot 10^6 \text{ Gcal/a}$ für den Komplex z.B. wichtiger ist als der Verbrauch an Hochtemperaturwärme. Der apparative Aufwand zur Substitution dieser Energieart wäre aufwendiger als die Deckung des Verbrauches durch Abwärme oder durch fossile Energie. Die Substitutionsanteile sind im einzelnen unter 6.1 ausgewiesen.

ENERGIEVERBRAUCH NACH ENERGIEARTEN

KUEHLWASSER	0.73594E	06(T CBM/A)
BEH. WASSER	0.69223E	04(T CBM/A)
STROM	0.25159E	07(T KWH/A)
HD-PD	0.33096E	04(T TON/A)
ND-PD	0.91055E	04(T TON/A)
HT-WAERME	0.13800E	04(TGCAL/A)
KAELTE	0.76284E	03(TNCBM/A)
SONST. HEIZENERGIE	0.32462E	04(TGCAL/A)
DRUCKLUFT	0.15659E	06(TNCBM/A)
STICKSTOFF	0.13153E	05(TNCBM/A)

BESCHAEFTIGTE

	ARBEITER M/A	ANGESTELLTE M/A	SUMME M/A
CHEMIEKOMPLEX			
OHNE E. VERS.	1541	587	2128
ENERGIEVERSORGUNG			
NUKLEAR	300	40	340
ENERGIEVERSORGUNG			
KONVENTIONELL	224	28	252
SUMME MODELLKOMPLEX			
NUKLEAR	1841	627	2468
KONVENTIONELL	1765	615	2380

INVESTITIONSSUMMEN

	ANLAGEKAPITAL T DM	UMLAUFKAPITAL T DM	SUMME T DM
CHEMIEKOMPLEX			
OHNE E.VERS.	0.15655E 07	0.16832E 06	0.17338E 07
ENERGIEVERSORGUNG			
NUKLEAR	0.96170E 06	0.89200E 05	0.10509E 07
ENERGIEVERSORGUNG			
KONVENTIONELL	0.35770E 06	0.24000E 05	0.38170E 06
SUMME MODELLKOMPLEX			
NUKLEAR	0.25272E 07	0.25752E 06	0.27847E 07
KONVENTIONELL	0.19232E 07	0.19232E 06	0.21155E 07
DIFFERENZINVESTITION			0.66920E 06

TABELLE 4:

DATEN DES CHEMIEKOMPLEXES

Die durch den Komplex beschäftigten Arbeitskräfte lassen sich in Arbeiter und Angestellte unterteilen. Der Bedarf ist im Falle einer nuklearen Energieversorgung des Modellkomplexes mit 2468 Arbeitskräften um 88 Beschäftigte größer als bei konventioneller Energieversorgung; denn der Betrieb von Hochtemperaturreaktoren ist - hauptsächlich aufgrund der komplizierteren Bedienung - etwas arbeitsintensiver als der von konventionellen Ölkraftwerken vergleichbarer Kapazität. Die Relation Arbeiter-Angestellte sowie die Summe der im Modellkomplex Beschäftigten gilt allerdings nur für Verhältnisse in der BRD; bei Standorten in den anderen untersuchten Ländern mit z.T. höherer durchschnittlicher Verwaltungsintensität in der Chemischen Industrie, z.B. in Frankreich, verändern sich die ausgewiesenen Zahlen geringfügig. (Hierbei wurde unterstellt, daß tarifpolitische Aspekte bei der Einteilung in Arbeiter und Angestellte bei den untersuchten Ländern nur eine untergeordnete Rolle spielen).

Das für den Bau des gesamten Modellkomplexes aufzuwendende Anlage- und Umlaufkapital ist je nach Art der gewählten Energieversorgung sehr verschieden. Der Einsatz von Hochtemperaturreaktoren erfordert mit ca. 2,8 Mrd. DM eine ungefähr um den Faktor 1,32 höhere anfängliche Investitionssumme als der Einsatz konventioneller Kraftwerksanlagen. Für den alternativen Investitionsvergleich muß daher eine Differenzinvestition in Höhe der hier ausgewiesenen 670,- Mio DM zum Ausgleich der anfänglichen Kapitalsummen berücksichtigt werden.

Die dargestellten Kenngrößen zeigen mithin, daß im folgenden ein Modellfall einer einmaligen Investition ohne Berücksichtigung von Reininvestitionen, d.h. ohne Betrachtung eines Wachstums- oder Schrumpfungsprozesses des Betriebes "Modellchemiekomplex" durchgerechnet wird.

3.4 Der Untersuchungsraum

Die internationale Absatzplanung in der Großchemie erfordert ein Untersuchungsgebiet, das über nationale Grenzen hinausgeht (vgl. 3.1.2). Nach der erarbeiteten Gliederung der Standortfaktoren sind hierzu jedoch nur solche Orte zu berücksichtigen, in denen eine Vorentscheidung über die unbedingt wirk-

samen Faktoren grundsätzlich positiv ausfällt.

3.4.1 Die Auswahl der Länder

Die Einbeziehung mehrerer Länder in die Standortuntersuchung ist notwendig, weil das Produktionsvolumen des Modellkomplexes einen Absatz der Produkte nur in ein Land wegen unzureichenden Verbrauchspotentials nicht gestattet oder nur bei Veränderungen der Marktformen ermöglichte. Da derartige Veränderungen der Gesamtmärkte und der Marktformen in dieser Studie nicht untersucht werden sollen, muß bei der Auswahl der Länder gewährleistet sein, daß zwischen ihnen ein Warenaustausch derjenigen Güter stattfindet, die vom Modellkomplex erzeugt werden. Die ersten sechs Mitgliedsländer der heutigen EG bilden einen Untersuchungsraum, der neben einem politisch stabilen Investitionsklima diese Prämissen erfüllt. Sie werden in Anlehnung an die ursprüngliche Bezeichnung in dieser Arbeit EWG-Länder genannt.

Nach einer OECD-Statistik betrug die gesamte Kunststoffproduktion dieser EWG-Länder 1969 ca. 7,8 Mio t /67, S. 829 /. Nach Berücksichtigung des Außenhandels und unter Vernachlässigung von Bestandsveränderungen ergibt sich demgegenüber ein Eigenverbrauch von ca. 6,3 Mio t. Dies bedeutet, daß nur jede fünfte Tonne Kunststoff den Gesamtmarkt der sechs EWG-Länder verläßt. Da Produktions- und Verbrauchsvolumina in diesen Ländern sehr unterschiedlich sind, läßt sich außerdem vermuten, daß ein hoher Anteil der Außenhandelslieferungen zwischenstaatliche Lieferungen innerhalb der EWG-Länder sind. Eine eingehendere Betrachtung der wertmäßigen Kunststoffaußenhandelsstatistik der EWG-Staaten erhärtet diese Hypothese¹⁾:

1) Die im folgenden wiedergegebene Tabelle gibt den Außenhandel für ein Jahr wieder. Überzeugender wären hier zwar Zeitreihen. Diese konnten jedoch aus Mangel an vergleichbaren Daten nicht erarbeitet werden. Vgl. auch S.78

Länder/1969	Exporte /10 ⁶ \$/		Importe /10 ⁶ \$/		Außenhandel /10 ⁶ \$/	
	Gesamt	davon in EWG	Gesamt	davon aus EWG	Gesamt	davon EWG intern
BELGIEN/LUX.	183,6	127,8	148,-	118,8	331,6	246,6
BRD	820,7	322,2	373,6	258,-	1194,3	580,2
FRANKREICH	241,4	120,7	281,3	222,8	522,7	343,5
ITALIEN	212,5	94,1	185,6	146,6	398,1	240,7
NIEDERLANDE	349,1	232,1	192,7	135,8	541,8	367,9
EWG	1807,3	896,9	1181,2	882,-	2988,5	1778,9

Tabelle 5: Der Außenhandel der EWG-Länder 1969

Der Anteil der EWG-internen Kunststoffproduktlieferungen am gesamten Außenhandel der Länder mit Kunststoffen läßt sich mit einer einfachen Formel prozentual ausweisen:

$$r_{INT} = 1 - \frac{(EX_{GES} - EX_{INT}) + (IM_{GES} - IM_{INT})}{EX_{GES} + IM_{GES}} \quad 1/a \quad (6)$$

r_{INT}	Rate des EWG-internen Außenhandels
EX_{GES}	Gesamtexport
IM_{GES}	Gesamtimport
EX_{INT}	EWG-interner Export
IM_{INT}	EWG-interner Import

Demnach beanspruchen die EWG-internen Lieferungen ca. 60 % des gesamten Außenhandels mit Kunststoffen. Dabei ergibt sich für die Exportlieferungen ein Prozentsatz von 49,6; bei den Importen sind es 74,6 %. Mit diesen Daten ist gezeigt, daß in den EWG-Ländern keine isolierten Märkte für Kunststoffe existieren, sondern die Märkte in den einzelnen Ländern als Teilmärkte eines Gesamt(binnen)marktes anzusehen sind. Gemessen an einem Zeitraum von 20 Jahren (1950-1970) erreichen die EWG-Länder nach Japan

die höchsten durchschnittlichen Zuwachsraten in der Kunststoffproduktion mit 21,7 % pro Jahr. Im absoluten Produktionsvolumen und bei steigenden Wachstumsraten haben sie 1970 die Produktion der USA erreicht und sind damit an die erste Stelle der Kunststoffproduzierenden Länder getreten. In den Jahren 1970-1980 wird nicht mehr mit derartig hohen Zuwachsraten gerechnet. Es wird angenommen, daß sie auf 10-12 % pro Jahr zurückgehen werden [67, S. 829]. In bezug auf die EWG-internen Lieferungen zeichnen sich keine Änderungen ab. Ein grundsätzlich positives Klima für den Bau weiterer Anlagen der Großchemie ist daher gegeben.

3.4.2 Die Auswahl der Standorte innerhalb der Mitgliedstaaten der EWG

Die Auswahl der Standorte innerhalb der sechs Mitgliedstaaten der EWG ist nach Maßgabe der übrigen unbedingt wirksamen Faktoren zu treffen. Angesichts der Themenstellung, deren Beantwortung eine statistische Mindestzahl an möglichen Standorten erfordert, wird die Prüfung anhand dieser Faktoren nicht eng ausgelegt. Es soll außerdem vermieden werden, das Thema als Gegensatzkonstruktion "Standort an der Küste" - "Standort im Verbrauchsgebiet" zu bearbeiten, da dies zu sehr auf die spezielle Rohstoffbeschaffungs- und Absatzsituation einer gegebenen Produktionsanlage oder eines Komplexes abstellt. Das gesamte geographische Gebiet der betrachteten EWG-Länder war daher auf potentielle Standorte hin zu untersuchen; dabei erwies sich eine Einteilung der zu untersuchenden Flächen in Planquadrate mit einer Seitenlänge von 100 km als arbeitsorganisatorisch günstig (vgl. Abb.16).

Das Kriterium einer ausreichenden Infrastruktur für einen Standort des Chemiekomplexes wurde im Vorliegen eines "Zentralen Ortes" gesehen, der sein Umland mit handwerklichen, Verwaltungs- und sonstigen Diensten versorgen kann [68, Sp. 3850]. Außerdem soll dieser Ort bereits zu einem gewerblichen Schwerpunkt ausgebaut sein, der einen gewissen Einzugsbereich von Einwohnern - in der BR sind es z.B. 20000 - aufweist. Damit ist auch die Gewähr gegeben, daß diese Orte staatliche Investitionsanreize er-

CARTE ADMINISTRATIVE

DES PAYS MEMBRES DES

**COMMUNAUTÉS
EUROPÉENNES**

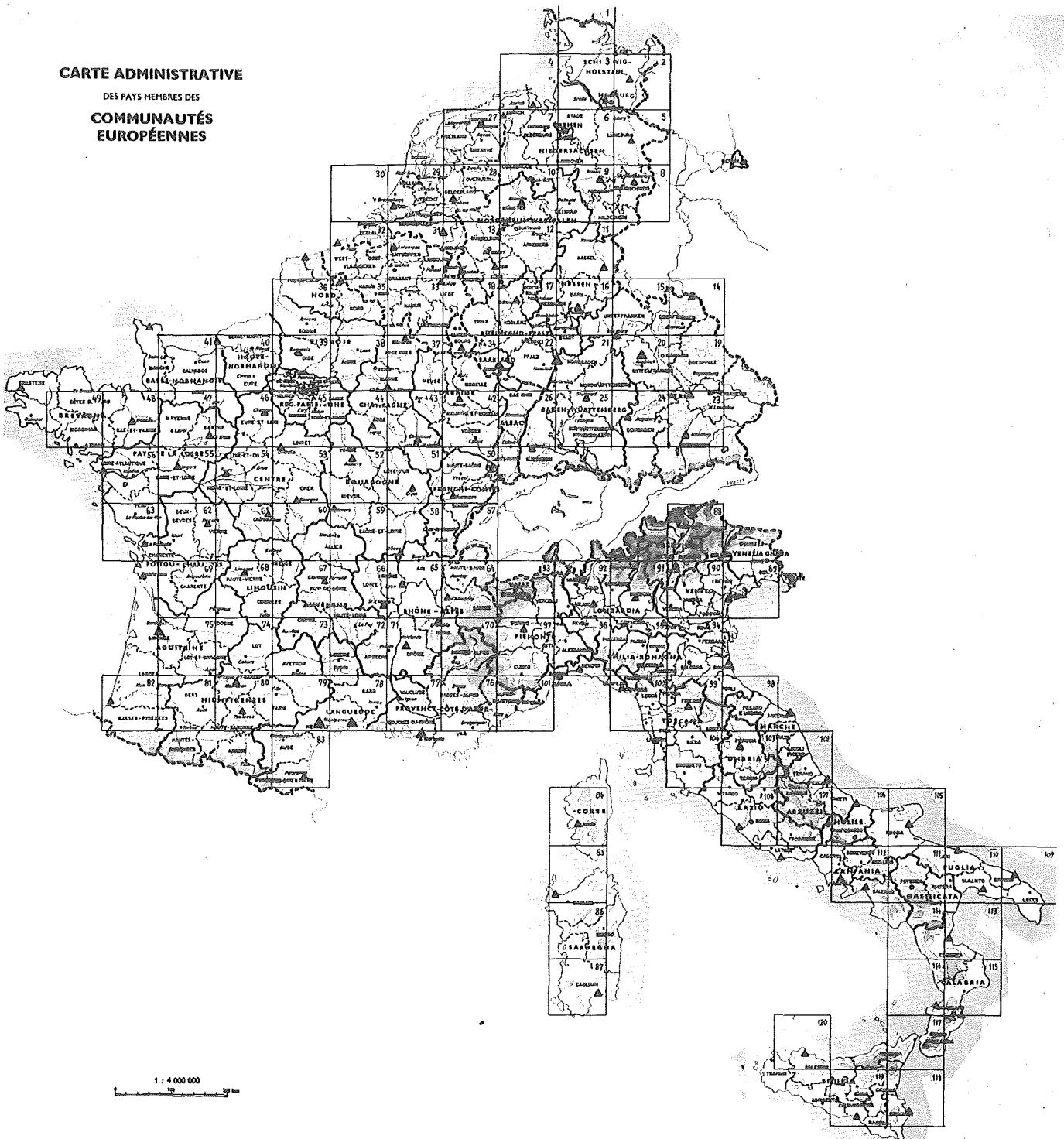


Abb. 16: Potentielle Standorte für einen Industriekomplex der Großchemie

halten können, sofern sie in Gebieten liegen, in denen solche Förderungsmaßnahmen vorgesehen sind (vgl. hierzu im einzelnen 5.4).

Durch die Begrenzung der Standortuntersuchung auf solche Orte ist außerdem sichergestellt, daß die für den Betrieb des Modellkomplexes notwendigen Arbeitskräfte am Ort oder in dessen Einzugsgebiet vorhanden sind. Der Forderung nach verkehrsmäßiger Erschlossenheit des Standortes wurde dadurch Rechnung getragen, daß die Orte sowohl an Hauptstrecken des Güterverkehrs als auch an Autobahnen oder Bundesstraßen bzw. Nationalstraßen erster Ordnung liegen. Der Notwendigkeit einer ausreichenden Wasserversorgung wurde dadurch genügt, daß alle Standorte an Flüssen, Seen oder am Meer liegen.

Die Produktionsanlagen zur Erzeugung der chemischen Produkte beruhen auf modernen, erprobten Verfahren der Chemischen Industrie. Die technische Erfüllbarkeit der Auflagen kann im Rahmen einer Vorentscheidung daher unterstellt werden.

Aufgrund der oben beschriebenen Kriterien wurden folgende Standorte für die Untersuchung ausgewählt:

Lfd. Standort Nr.	Lfd. Standort Nr.	Lfd. Standort Nr.
1 Flensburg	41 Cherbourg	81 --
2 Lübeck	42 Nancy	82 Bayonne
3 Hamburg	43 Chaumont	83 Perpignan
4 Wilhelmshafen	44 Troyes	84 Ajaccio
5 Ulzen	45 Paris	85 --
6 Bremen	46 Chartres	86 Porto Torres
7 Emden	47 Le Mans	87 Cagliari
8 Braunschweig	48 Reims	88 Trento
9 Hannover	49 Brest	89 Triest
10 Münster	50 Belfort	90 Venedig
11 Bad Hersfeld	51 Dijon	91 Brescia
12 Herne	52 Auxerre	92 Mailand
13 Köln	53 Orleans	93 --
14 Hof	54 Tours	94 Ravenna
15 Würzburg	55 Angers	95 Mantua
16 Frankfurt	56 St.Nazaire	96 Genua
17 Oberlahnstein	57 Besancon	97 Turin
18 Alsdorf	58 Macon	98 Ancona
19 Ingolstadt	59 Nevers	99 Florenz
20 Ansbach	60 Bourges	100 La Spezia
21 Ludwigshafen	61 Chateauroux	101 Savona
22 Saarbrücken	62 Poitiers	102 Pescara
23 München	63 La Rochelle	103 Perugia
24 Ulm	64 Chambéry	104 Livorno

Lfd. Standort Nr.	Lfd. Standort Nr.	Lfd. Standort Nr.
25 Stuttgart	65 Lyon	105 --
26 Freiburg	66 St.Etienne	106 Vasto
27 Groningen	67 Clermont-Ferrand	107 Gaeta
28 Arnheim	68 Limoges	108 Fiumicino
29 Rotterdam	69 Royan	109 Brindisi
30 Geleen	70 Grenoble	110 Bari
31 Antwerpen	71 Montelimar	111 Salerno
32 Ostende	72 --	112 Neapel
33 Lüttich	73 --	113 Tarent
34 Luxemburg	74 Montauban	114 Sibari
35 Lille	75 Bordeaux	115 Crotone
36 Dünkirchen	76 --	116 Ibo Valentia
37 Charlesville	77 Marseille	117 Reggio di Calabria
38 Chalon sur Marne	78 Montpellier	118 Syracuse
39 Abbeville	79 Beziers	119 Gela
40 Le Havre	80 Toulouse	120 Palermo

Die zunächst vorgesehenen Standorte 72, 73, 76, 81, 85, 86 mußten wegen des Nicht-Vorliegens von unbedingt wirksamen Faktoren aus der Untersuchung ausgeschieden werden. Es verbleiben mithin 116 Standorte.

Damit ist der Untersuchungsraum insoweit abgegrenzt, als die hierin enthaltene wirtschaftsgeographisch repräsentative Auswahl von möglichen Produktionsstandorten beschrieben ist. Im folgenden Kapitel wird der gleiche Untersuchungsraum im Hinblick auf das Auffinden repräsentativer Absatzorte für die Produkte des Chemiekomplexes untersucht.

4. ABSATZSTUDIE ZUR BESTIMMUNG VON VERBRAUCHSSCHWERPUNKTEN DER PRODUKTGRUPPEN DES MODELLKOMPLEXES

4.1 Vorbemerkung

Die numerische Lösung des beschriebenen Modellansatzes verlangt die Bestimmung von Abnehmergruppen bzw. Verbraucherstandorten in den sechs untersuchten EWG-Ländern. Diese Aufgabe erwies sich wegen des Fehlens von konsistentem Datenmaterial als überaus schwierig. Aus diesem Grunde mußte beispielsweise ein dynamischer Ansatz, d.h. eine Bestimmung von Absatzschwerpunkten unter Berücksichtigung einer zukünftig möglichen Veränderung der Abnehmerstruktur, wie sie durch ein unterschiedliches regionales Wachstum hervorgerufen werden kann, unterbleiben. Erarbeitet wurde statt dessen ein statischer Ansatz, der trotz aller auch hier noch auftretenden statistischen Mängel den Vorzug hat, mit begründbaren Daten ausgefüllt werden zu können.

4.2 Methodisches Vorgehen

4.2.1 Die Zuordnung der Produktgruppen zu geeigneten Industrie- folgezweigen

Die Verfügbarkeit eines Produktes innerhalb einer bestimmten Ländergruppe läßt sich errechnen aus der Summe der jeweiligen Landesproduktionen plus Importe minus Exporte. Es gilt also:

$$V = \sum_i (P_i + I_i - E_i) \quad [i=1, \dots, n] \quad 10^3 \text{ t/a} \quad (7)$$

V	Verfügbarkeit	10^3 t/a
P	Produktion	10^3 t/a
I	Import	10^3 t/a
E	Export	10^3 t/a
i	Zahl der betrachteten Länder	

Um von dieser Verfügbarkeit auf den Verbrauch zu schließen, müßten eigentlich noch die jeweiligen Lagermengen, d.h. die nicht abgesetzten Mengen, berücksichtigt werden. Da hierüber jedoch keine Statistiken vorliegen, wird die Verfügbarkeit im folgenden mit dem Verbrauch gleichgesetzt.

4.2.2 Die Berechnung der regionalen Verteilung des Verbrauchs auf die Industriefolgezweige

Eine genauere regionale Aufteilung der Produktverbraucher eines Landes setzt zunächst die Kenntnis der Industriefolgezweige und des Anteils voraus, mit dem das Produkt oder die Produktgruppe in diese Industriefolgezweige eingehen. Bezeichnet man den Faktoreinsatz eines Industriefolgezweiges (j) mit r_j und den Verbrauchsanteil, den dieser Industriezweig vom relevanten Vorprodukt aufnimmt, mit β_j ($0 \leq \beta \leq 1$) so ist:

$$\sum_j r_j = (\beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_m) \cdot V \quad [j=1, \dots, m] \quad (8)$$

Wegen $\beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_m = 1$ gilt: (8a)

$$\sum_j r_j = \sum_{i=1}^n (P_i - E_i + I_i) \quad 10^3 \text{ DM/a} \quad (8b)$$

Das heißt, der nationale Verbrauch des Produktes muß vollständig auf die Faktoreinsätze der weiterverarbeitenden Industriezweige aufgeteilt werden.

4.2.2.1 Die "Arbeiter des Industriezweiges" und der "durchschnittliche regionale Stundenlohn" als Verteilungskriterien für den Verbrauch im Industriefolgezweig

Eine regionale Verteilung des nationalen Verbrauchs auf die weiterverarbeitenden Industriezweige kann, da es keine zweckentsprechenden Regionalstatistiken gibt, nur mit Hilfsüberlegungen durchgeführt werden. Als Hilfsgröße wird die Zahl der im Industriefolgezweig direkt tätigen männlichen und weiblichen Arbeitskräfte, im folgenden "Arbeiter" genannt, benutzt werden. Danach läßt sich die regional aufgegliederte Verbrauchsmenge x_k eines Industriefolgezweiges in Abhängigkeit von der nationalen Verbrauchsmenge (X), der Zahl der Arbeiter des Industriezweiges (A) und der Zahl der in einer gesuchten Region (k) beschäftigten Arbeiter (a_k) des Industriezweiges bestimmen.

$$x_k = f(X, A, a_k) \quad [k=1, \dots, o]$$

Eine derartige Aufschlüsselung berücksichtigt nicht die unterschiedlichen Produktivitäten der in der Weiterverarbeitung vorherrschenden Produktionsverfahren. Da es auch hierüber keine Regionalstatistiken gibt, müssen wiederum Hilfsgrößen für eine genauere Verteilung herangezogen werden. Die EWG-Sozialstatistik weist die Bruttostundenverdienste der Arbeiter in Abhängigkeit von der Betriebsgröße aus [69]. Für die hier untersuchten Industriezweige gilt die in dieser Statistik empirisch gefundene Aussage, daß mit steigender Betriebsgröße, gemessen an der Zahl der Arbeiter, die Bruttostundenverdienste ebenfalls steigen. [69] Eine derartige Korrelation zeigt, daß Größendegressionsersparnisse, mithin relativ größere Produktivitäten, in den Löhnen weitergegeben werden. Übertragen auf die regionale Verteilung des Absatzes bedeutet dies, daß auf eine relativ höhere/niedrigere Konzentration der Absatzmengen in der Region geschlossen werden kann, in der von den Arbeitskräften ein, gemessen am Durchschnittsstundenlohn des gesamten Industriezweiges (L), höherer/niedrigerer Arbeitslohn (l_k) erzielt wird.¹⁾ Dann gilt:

$$x_k = g(X, A, a_k, L, l_k)$$

Da über die Gewichtung der Einflußfaktoren keine Unterlagen vorhanden sind, wird unterstellt, daß eine lineare multiplikative Beziehung in folgender Weise existiert:

$$x_k = \frac{X}{A} \cdot a_k \cdot \frac{l_k}{L} \quad (9)$$

$$\text{Da:} \quad A = \sum_k a_k \quad (9a)$$

$$\text{und} \quad L = \frac{\sum_k a_k \cdot l_k}{\sum_k a_k} \quad (9b)$$

$$\text{folgt:} \quad x_k = \frac{a_k \cdot l_k}{\sum_k a_k \cdot l_k} \cdot X \quad (9c)$$

1) Das Problem der Wechselkursänderungen wurde hierbei insofern berücksichtigt, als die tatsächlichen Paritäten zwischen den einzelnen Regionen in den Kalkül einbezogen wurden.

Das Teilglied $\frac{x}{\sum_k a_k \cdot l_k}$ der Gleichung ist die

Arbeitsproduktivität (\bar{p}) /vgl. 70, S. 72/ des Industriezweiges (gemessen zu Faktorkostensätzen). So erhält man für die regionale Absatzmenge in übersichtlicher Darstellung:

$$x_k = \bar{p} \cdot a_k \cdot l_k \quad (10)$$

Nach diesen Überlegungen sollen die regionalen Absatzmengen für die einzelnen Produkte in den 6 Ländern der EWG bestimmt werden.

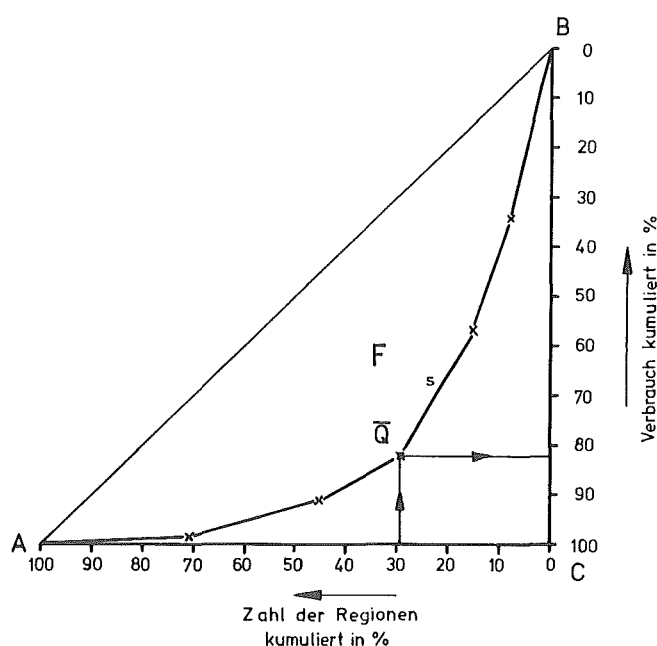
4.2.2.2 Die Summenkurve nach Lorenz als Kriterium zur Abgrenzung verbrauchstarker und verbrauchsschwacher Regionen

Es entsteht nun die Frage, welche und wieviele Regionen man bei einer regionalen Verteilung des Produktverbrauchs auf den Industriefolgezweig berücksichtigen soll. Hier kann das Konzentrationsmaß nach Lorenz [71, S. 55-58] einen Hinweis geben. Die gesamte Verbrauchsmenge der untersuchten EWG-Länder wird zweckentsprechend in Klassen eingeteilt. Das qualitative Merkmal "Zahl der Regionen" wird durch die bereits vorgenommene Zuordnung nach der Zahl der im Industriezweig beschäftigten Arbeiter · Stundenlohnsatz in einen quantitativen Merkmalsträger umgeformt. Nun wird eine Summentabelle aus dem Wertepaar "Verbrauch" (x) und "Anzahl der Regionen" (k) gebildet. Dabei besagt k, wieviel % der Merkmalsträger einen Merkmalswert $\geq x$ haben. Weiterhin kann man einen Merkmalsträger z bilden, der in Verbindung mit der Klasseneinteilung nach x angibt, wieviel % des Verbrauchs auf den Merkmalswert $\geq x$ entfallen. Das Ergebnis ist dann eine Summentabelle wie die im folgenden gezeigte. Aus Anschaulichkeitsgründen wurde ein für diese Arbeit relevantes Beispiel, nämlich der Verbrauch von Synthesekautschuk in der Gummi- und Asbestindustrie, verwendet.

x Verbrauch (10 ³ t/a)	k Anzahl der Regionen (umgeformt) (%)	z Anteil am gesamten Verbrauch (%)
x ≥ 150	7,41	33,27
x ≥ 90	14,82	56,52
x ≥ 45	29,63	81,99
x ≥ 15	44,44	91,10
x ≥ 5	70,36	98,27
x ≥ 0	100,--	100,--

Tab. 6: Die regionale Aufgliederung des Synthesekautschukverbrauchs in der Gummi- und Asbestindustrie

Es wird deutlich, daß bei Berücksichtigung der Regionen, die einen Verbrauchsanteil von über 150.000 t Synthesekautschuk aufweisen, ca. 33 % der gesamten Verbraucher erfaßt werden. Bei Berücksichtigung der Regionen von über 90.000 t Synthesekautschukverbrauch sind es ca. 57 % und so fort. Aus den Wertepaaren k,z läßt sich nun eine Lorenzkurve konstruieren. Werden die Werte der Spalten k und z in ein rechtwinkliges Koordinatensystem eingezeichnet und alle Wertepaare gradlinig miteinander verbunden, so ergibt sich der Streckenzug s in der folgenden Abb.:



Die regionale Konzentration des Synthesekautschukverbrauchs.

Hätten alle Regionen einen gleich großen Verbrauch, so würde der Streckenzug s in die Diagonale \overline{AB} übergehen. Je mehr sich der Verbrauch auf wenige Regionen konzentriert, um so mehr entfernt sich der Streckenzug s von der Gleichverteilungsgeraden. Hieraus lassen sich zwei Ergebnisse ableiten: Einmal ist der Quotient $F/\text{Fläche des Dreiecks } \overline{ABC}$ ein Maß für die Stärke der Konzentration; zum anderen kann der Punkt \overline{Q} (29,63/81,99) als Ausdruck des höchsten Informationsgrades über die regionale Konzentration des Verbrauchs aufgefaßt werden, da er am weitesten von der Gleichgewichtsgeraden \overline{AB} entfernt liegt. Es wird hier mit der relativ geringsten Zahl der Regionen der relativ höchste Verbrauch ermittelt. Dies soll für eine Abgrenzung der regional erfaßten Verbrauchsmengen genügen.

4.2.2.3 Zur Festlegung repräsentativer Standorte in den verbrauchsstarken Regionen

Eine genauere Aufteilung des Verbrauchs auf regional kleinere Einheiten ist wegen des Fehlens von einheitlichem sekundärstatistischen Material für die EWG mit dieser Methode nicht möglich. Daher müssen für eine weitere Differenzierung der Absatzschwerpunkte in den verbrauchsstarken Regionen andere Unterlagen herangezogen werden. Für die Bundesrepublik wurden in einer Studie die Absatzschwerpunkte für die hier relevanten Industriezweige bis auf Landkreisebene verfolgt [72]. Für die anderen 5 EWG-Länder weisen die jeweiligen Industriezensen [73,74,75,76] sowie der IRO-Wirtschaftsatlas [77] ebenfalls Absatzschwerpunkte auf Kreis- und Stadtebene aus. Oftmals sind solche Verbrauchsgebiete durch mehrere geographisch eng beieinanderliegende Städte gekennzeichnet, die wie z.B. Frankfurt-Mannheim oder Turin-Mailand längs einer Verkehrsachse liegen, mithin als kollineare Verbrauchsschwerpunkte zu bezeichnen sind. Oder die Verbrauchsschwerpunkte liegen an den Kanten eines Polygons, wie dies bei der holländischen Chemiefaserindustrie (Rotterdam-Amsterdam-Utrecht-Haarlem) der Fall ist. Manchmal sind die Verbrauchsschwerpunkte innerhalb einer Region unregelmäßig verstreut. Dies trifft z.B. für die kunststoffverarbeitende Industrie Bayerns zu. Um all diese Varianten bei der Festlegung von Absatzschwerpunkten zu erfassen, ist es notwendig,

einige vereinfachende Annahmen zu treffen. Wenn ein Unternehmen an bestimmte Verbrauchsschwerpunkte liefert, so wird es nicht jede Lieferung einzeln an den Bestimmungsort durchführen, sondern für die Versorgung des Nahbereichs Verteilungslager einrichten. Die Standorte der Verteilungslager können dann nach Wirtschaftlichkeit Gesichtspunkten in die Schwerpunkte der Verbrauchszentren gelegt werden. Die Berechnung der kostenoptimalen Standorte der Verteilungslager ergibt sich aus den folgenden Überlegungen.

4.2.2.3.1 Der Absatzschwerpunkt bei kollinearen Verbrauchsorten

Stellt man sich die kollinearen Verbrauchsorte als Orte vor, in denen der Verbrauch der zugehörigen Regionen punktförmig zusammenfällt, so ist unter Zugrundelegung linearer Transportkosten das Verteilungslager in den Ort zu legen, von dem aus die jeweils geringere Menge zum anderen Verbrauchsort versendet wird:

$$K_{T_1}(d) = M_1 \cdot k_T \cdot d \quad (11)$$

$$K_{T_2}(d) = M_2 \cdot k_T \cdot d \quad (12)$$

$$\text{Für} \quad M_1 > M_2 \quad (13)$$

$$\text{folgt:} \quad K_{T_1}(d) > K_{T_2}(d) \quad (13a)$$

M_1 Menge, die vom Standort B zum Standort A verschickt wird

M_2 Menge, die vom Standort A zum Standort B verschickt wird

d Entfernung zwischen den Orten A und B

k_T konstanter Transportkostensatz pro Entfernungseinheit

K_{T_1} variable Transportkosten für Mengenversand nach A

K_{T_2} variable Transportkosten für Mengenversand nach B

K_T Gesamttransportkosten für alle Orte zwischen A und B

KF_T Fixe Transportkosten

verdeutlicht diesen Zusammenhang noch einmal:

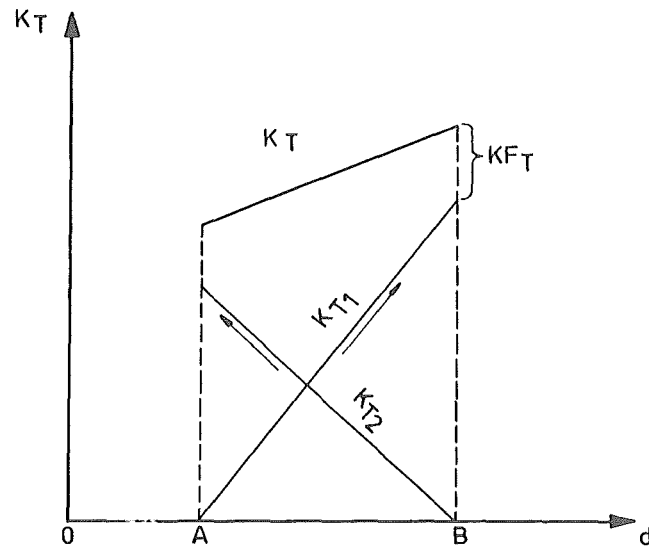


Abb. 18: Der Absatzschwerpunkt bei kollinearen Verbrauchsschwerpunkten

Der durch die größere Menge M_1 hervorgerufene steilere Anstieg der Transportkostenlinie K_{T1} gegenüber K_{T2} macht deutlich, daß die Transportkosten vom Verbrauchsort A aus insgesamt niedriger sind, als vom Verbrauchsort B aus gesehen.

Bei einer Wahl zwischen mehr als zwei kollinearen Verbrauchsorten berechnen sich die Gesamttransportkosten K_T , wenn das Verteilungslager in einen der Verbrauchsorte $A_n = s$ gelegt wird, folgendermaßen:

$$K_T = k_T \left(\sum_{i=1}^n X_i \cdot |d_s - d_n| \right) \quad (14)$$

Der für das Verteilungslager optimale Verbrauchsort liegt dann in dem Ort s , für den gilt [Beweis siehe 36, S. 206-210]:

$$\sum_{i=1}^s X_i \geq \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n X_i \quad (15)$$

Es bedeuten zusätzlich:

X Mengen, die zwischen den Verbrauchsorten zu transportieren sind

d_s Entfernung zwischen Verbrauchsort s und Ort A_1

Das bedeutet, daß der optimale Standort des Verteilungslagers dort liegt, "wo die von einem Endpunkt der Strecke an kumulierte Transportmenge die Hälfte der gesamten Transportmenge überschreitet oder gleich der Hälfte ist" [36, S. 26]. Dabei ist besonders beachtenswert, daß Orte zwischen den Verbrauchsorten (bei konstantem Transportkostensatz) niemals optimale Standorte sein können, und daß die Entfernungen zwischen den Orten für die Lösung ohne Bedeutung sind.

4.2.2.3.2 Der Absatzschwerpunkt bei einem Verbrauchspolygon

Die geometrischen und analytischen Kriterien für die Bestimmung des kostenminimalen Standortes im Dreieck sind bereits von Launhardt [43, S. 107-114] und Weber [44] beschrieben worden. Ebenso können die analytischen Optimalkriterien für ein vieleckiges Polygon beschrieben werden [78, S. 21-23].¹⁾ Allerdings ist für das vieleckige Polygon bis heute noch kein Rechenverfahren gezeigt worden, das zu mathematisch exakten Lösungen führt. Es liegen jedoch ökonomisch brauchbare Näherungslösungen vor, z.B. die Anwendung des Varignonschen Apparates.

4.2.2.3.3 Grenzen bei der Anwendung dieser Methoden auf empirische Untersuchungen

Es ist jedoch zu bezweifeln, daß die unter 4.2.2.3.2 genannten Methoden für das hier vorliegende Problem ökonomisch relevante Aussagen liefern. Denn die Anwendung dieser Verfahren kann ergeben, daß der Ort minimaler Transportkosten in der "Mitte" eines Dreiecks, z.B. an einem geographischen Ort ohne Verkehrsanschluß liegt, also ökonomisch sinnlos ist, und dann doch wieder ein benachbarter "brauchbarer" Ort gefunden werden muß. Noch eine weitere Schwierigkeit läßt die Anwendung dieser Methoden hier als ungeeignet erscheinen:

1) Nur Eisenbahnfrachten wurden berücksichtigt.

Oftmals ist es aus statistischen Gründen gar nicht möglich, aus einer Vielzahl benachbarter Städte quantifizierbare Verbrauchsanteile herauszuarbeiten.

Daher wird in solchen Fällen der Absatzort nicht mit Hilfe mathematischer Methoden, sondern aufgrund der wirtschaftsgeographischen Bedingungen bestimmt.

4.3 Die regionale Verteilung des Verbrauchs von Synthesekautschuken, Polymerisaten und Kondensaten

4.3.1 Der Gesamtverbrauch der Produktgruppen in den untersuchten EWG-Ländern

Eine detaillierte Produktverbrauchsanalyse verlangt im Grunde die genaue Kenntnis der mengen- und wertmäßigen nationalen Gesamtproduktion und des Außenhandels für jedes einzelne Produkt. Derartige harmonisierte Statistiken liegen für die untersuchten 6 EWG-Länder nicht vor. Für Frankreich und die Benelux-Länder fehlen beispielsweise die wertmäßigen Produktionsstatistiken. Manche Produkte wie z.B. die Synthesekautschuke werden, nur in Produktgruppen zusammengefaßt, mengenmäßig ausgewiesen. Für die später noch zu behandelnde Frage der Transportkostenbelastung dieser Produkte ist jedoch, da es sich in jedem Falle um ähnliche Massenprodukte handelt, nicht der Gesamtwert, sondern das Gesamtgewicht, die Tonnenzahl, maßgebend. Daher wird der Verbrauch für die Kautschuke und Kondensate als Produktgruppenverbrauch mengenmäßig ausgewiesen.

Die folgende Tabelle zeigt den Verbrauch an Synthesekautschuk in den 6 EWG-Ländern im Jahre 1970:

Land Erzeugung und Verbrauch	Produktion (10 ³ t)	Import (10 ³ t)	Export (10 ³ t)	AH-SALDO (10 ³ t)	Verbrauch (10 ³ t)
BRD	320	165	120	- 45	365
FRANKREICH	316	131	121	- 10	326
ITALIEN	(140)	130	46	- 84	224
BEL./LUX.	(41)	54	33	- 21	62
NIEDERLANDE	(254)	47	194	+ 147	107
EWG	(1071)	527	514	- 13	1084

Tabelle 7: Der Synthesekautschukverbrauch innerhalb der 6 EWG-Länder 1970

Quellen: [79, S. 66; 80, S. 24; 81, Band D; Eigene Berechnungen]

Der Verbrauch der wichtigsten Massenkunststoffe kann dagegen detailliert nach einzelnen Produkten bestimmt werden (1970):

Land	PVC	HD-PÄ	ND-PÄ	PS	PP	SUMME
Kunststoffart	10 ³ t	10 ³ t	10 ³ t	10 ³ t	10 ³ t	10 ³ t
BRD	730,-	410,-	263,-	210,-	57,-	1670,-
FRANKREICH	385,-	280,-	83,5	130,-	26,3	904,8
ITALIEN	320,-	290,-	67,-	145,-	84,-	906,-
BELG./LUX.	65,-	85,-	21,-	28,-	5,5	204,5
NIEDERLANDE	120,-	65,-	32,-	29,-	16,-	262,-
EWG	1620,-	1130,-	466,5	542,-	188,8	3947,3

Tabelle 8 : Der Verbrauch der wichtigsten Massenkunststoffe in der EWG 1970
Quelle: [82]

Eine Aufstellung der Produktion von Polyamiden und Polyacrylaten für die Herstellung von Fasern und Fäden in den untersuchten EWG-Ländern ist für 1969 in einer zusammenfassenden Darstellung [79, S. 68,69] ausgewiesen. Sie wurde mit Hilfe der EWG-Außenhandels-Statistik [81] und mit Hilfe von Informationen aus der deutschen Chemischen Industrie [83] aktualisiert und zu einer Verbrauchsstatistik vervollständigt. Die folgende Tabelle zeigt den Verbrauch der wichtigsten Kondensate für den Industriezweig Chemiefaserindustrie (1970):

Land	POLYAMIDE	POLYESTER	POLYACRYLE	SONSTIGE	SUMME
Kunstfaserart	10 ³ t	10 ³ t	10 ³ t	10 ³ t	10 ³ t
BRD	150	235	118	3	506
FRANKREICH	65	42	45	13	165
ITALIEN	99	30	75	21	225
BELG./LUX.	25	-	10	-	35
NIEDERLANDE	46	27	20	3	96
EWG	385	334	268	40	1027

Tabelle 9: Der Verbrauch der wichtigsten Kondensate in der EWG 1970

4.3.2 Verbrauchsanteile der Produktgruppen in den Industriefolgezweigen

4.3.2.1 Gummi- und Asbestverarbeitung

Die Gummi- und Asbestindustrie ist das wichtigste Einsatzgebiet des Synthesekautschuks. Sie hat einen durchschnittlichen Verbrauchsanteil von 86,5 % am gesamten Syntesekautschukverbrauch der BRD [72, S. 21], d.h.:

$$\beta_{GA} = 0,865$$

Daher wird nur dieser Folgeproduktzweig im Hinblick auf eine regionale Verteilung untersucht.

4.3.2.2 Kunststoffverarbeitung

Einzelheiten über den Kunststoffverbrauch gehen aus einer Studie der Bayer AG [84] hervor. Danach wird HD-PÄ hauptsächlich für Rohre und Profile, Kabelisolierungen, Spritzguß und Hohlkörper verbraucht. ND-PÄ wird in der Spritzgußverarbeitung, für Hohlkörper, Folien, Rohre, Schläuche, Profile, Monofile, Flachfäden und Kabelisolierungen verwendet. PP und PS (GP und HI) gehen ebenfalls in Spritzguß- und Extrusionsprodukte ein. Die Einsatzgebiete des Hart-PVC schließlich sind Rohre und Fittings, Profile, Folien, Platten sowie Hohlkörper und Spritzgußerzeugnisse.

Nach der "Systematik der Zweige des Produzierenden Gewerbes in den Europäischen Gemeinschaften N.I.C.E. - 1963" [85] werden die Hersteller von Formteilen, Kunstleder, Folien und Schaumstoffen zur Gruppe der Kunststoffverarbeiter gezählt. Bei dieser Einteilung ergibt sich aufgrund der Bayer-Studie für die oben genannten Kunststoffe in den einzelnen EWG-Ländern folgende Verbrauchsaufteilung:

Kunststoffart Land	HD-PÄ %	ND-PÄ %	PP %	PS %	PVC %
BRD	96,3	94,4	100,-	100,-	100,-
FRANKREICH	95,8	94,1	100,-	100,-	100,-
ITALIEN	97,7	92,5	100,-	100,-	100,-
BELG./LUX.	97,4	100,-	100,-	100,-	100,-
NIEDERLANDE	97,1	100,-	100,-	100,-	100,-

Tabelle 10: Verbrauchsaufteilung von Kunststoffen in der kunststoffverarbeitenden Industrie nach Ländern 1970

Man kann also annehmen, daß praktisch der gesamte Verbrauch der hier behandelten Kunststoffe in den Industriezweig "Kunststoffverarbeitende Industrie" eingeht. Der Verbrauchsfaktor ist näherungsweise:

$$\beta_{KV} = 1$$

4.3.2.3 Chemiefasererzeugung

Im Industriezweig Chemiefasern wurden 1970 in der EWG ca. 987.000 t Polyamide, Polyester und Polyacrylate verbraucht (vgl. Tabelle 9). Das sind 96,1 % aller für die synthetische Fasern- und Fädenerzeugung verbrauchten Kondensate. Der Verbrauchsfaktor beträgt also

$$\beta_{CF} = 0,961$$

4.3.3 Die Verteilung der Verbrauchsmengen auf die einzelnen Gebiete

Die Aufteilung der mit den β -Faktoren der Industriezweige gewichteten Verbräuche auf die entsprechenden Regionen erfolgt nach den unter 4.2.2 beschriebenen Kriterien. Die Ergebnisse der Aufstellungen zeigen die Anlagen III, S. 1-4.

Bei näherer Betrachtung der Tabellen stellt sich heraus, daß für alle Industriefolgezweige einzelne Verbrauchsschwerpunkte geografisch eng beieinander liegen. Dies gilt z.B. für Paris und das Pariser Becken in Frankreich und für die Provinzen Piemont und Lombardei (Turin-Mailand) in Italien. Von isolierten Teilmärkten kann hier sicher nicht gesprochen werden. Daher ist eine Zusammenfassung dieser Verbrauchsregionen sinnvoll.

Darüber hinaus bestehen für jeden einzelnen der Industriefolgezweige noch weitere Verbrauchsschwerpunkte. Für die Gummi- und Asbestindustrie sind dies die Länder Hamburg/Niedersachsen, Hessen/Baden-Württemberg sowie die Regionen Massif central - Axe rhodanien (vgl. Anlage II, S.1). In der Kunststoffverarbeitenden Industrie bilden solche Verbrauchsschwerpunkte die Länder

Hessen - Rheinland-Pfalz - Baden-Württemberg sowie die Regionen Veneto - Emilio-Romagna (vgl. Anlage III, S.2). Für die Chemiefaserindustrie werden aufgrund statistischer Geheimhaltungsvorschriften lediglich die Hauptverbrauchsschwerpunkte ausgewiesen, so daß eine weitere Zusammenfassung dieser Verbrauchsgebiete nicht notwendig ist (vgl. Anlage III, S.3).

Nun können nach der unter 4.2.2.2 beschriebenen Methode die verbrauchsstarken von den verbrauchsschwachen Gebieten getrennt werden. Die Ergebnisse für die Gummi- und Asbest-Industrie sind dort bereits beschrieben worden. Dabei werden nur Gebiete mit einem Verbrauch von ≥ 45.000 t betrachtet.

Für die kunststoffverarbeitende Industrie gilt die folgende Tabelle 11: Die regionale Aufteilung des Polymerisatverbrauchs in der EWG

Verbrauch 10^3 t	Anzahl der Regionen kum. %	Anteil am ges. Verbrauch kum. %
$X_{KV} \geq 500$	7,41	31,01
$X_{KV} \geq 250$	18,52	60,39
$X_{KV} \geq 100$	37,04	85,87
$X_{KV} \geq 30$	62,97	95,93
$X_{KV} \geq 0$	100,-	100,-

Die daraus zu konstruierende Lorenzkurve zeigt, daß nur Gebiete mit einem Verbrauch $X_{KV} \geq 100.000$ t Polymerisate erfaßt werden müssen, um ein relatives Höchstmaß an Information über die regionale Verteilung zu erhalten.

Für die Chemiefaserindustrie ist es nicht sinnvoll, in gleicher Weise eine Auswahl verbrauchsstarker Gebiete zu treffen; denn es werden von der Statistik nur beschäftigungsstarke Regionen ausgewiesen. Daher müssen hier alle Verbrauchsgebiete erfaßt werden.

Für jeden einzelnen Industriezweig können nun die Gebiete angegeben werden, die bei einer regionalen Verbrauchsverteilung erfaßt werden müssen:

Gummi- und Asbest- Industrie		Kunststoffverarbeitende Industrie		Chemiefaser- erzeugung	
Region	Verbrauch 10 ³ t	Region	Verbrauch 10 ³ t	Region	Verbrauch 10 ³ t
Hamburg, Nieder- sachsen	124,7	Niedersachsen	180,6	Nordrhein- Westfalen	267,3
Nordrhein- Westfalen	48,1	Nordrhein- Westfalen	453,4	Baden-Württem- berg	61,5
Hessen, Baden- Württemberg	93,6	Hessen, Rheinland- Pfalz	327,7	Region Parisienne	12,4
Paris, Region Parisienne	157,7	Baden-Württemberg, Bayern	631,8	Nord	17,9
Massif Central, Ardenne	69,6	Paris, Region Parisienne	390,4	Ardenne	73,7
Piemonte, Lom- bardia	154,8	Ardenne	226,-	Piemonte, Lom- bardia	149,9
Andere Provinzen	67,5	Piemonte, Lom- bardia	580,3	Niederlande	93,-
Belgien/Luxemburg	54,-	Veneto, Emilia- Romagna	217,8	Belgien/Luxemburg	35,-
		Andere Provinzen	177,-		
		Belgien/Luxemburg	204,5		
EWG	770,-	EWG	3389,5	EWG	710,7

Tabelle 12: Schwerpunktregionen für das Absatzprogramm des Modellchemiekomplexes

Mit dieser regionalen Schwerpunktbildung werden

- $(0,865 \cdot 0,82) \cdot 100 = 70,93\%$ des Synthesekautschukverbrauchs
- $(1 \cdot 0,8587) \cdot 100 = 85,87\%$ des Verbrauchs an Polymerisaten
- $(0,961 \cdot 0,72) \cdot 100 = 69,19\%$ des Chemiefaserverbrauchs

in den EWG-Ländern erfaßt.

4.3.4 Die Festlegung repräsentativer Verbrauchsorte für den Absatz der Produktgruppen

Für die im vorigen Absatz herausgearbeiteten Verbrauchsgebiete gilt es nun, repräsentative Orte zu bestimmen, in denen die Einrichtung von Verteilungslagern sinnvoll wäre.

4.3.4.1 Synthesekautschuke

Für die Gruppe Synthesekautschuke lassen sich folgende Absatzschwerpunkte (Städte) bestimmen /72-77/:

Hamburg	-	<u>Hannover</u>	
<u>Hanau</u>	-	Mannheim	
<u>Paris</u>	-	Montargis	
Clermont-Ferrand	-	<u>Lyon</u>	
<u>Turin</u>	-	Mailand	
Gent	-	<u>Brüssel</u>	- Lüttich
<u>Arnhem</u>	-	Enschede	

Die einzelnen Städtepaare können, da sie geographisch eng benachbart an Verkehrsadern liegen, als kollineare Standorte angesehen werden. Die jeweiligen Absatzorte fallen dann, wie unter 4.2.2.3.1 nachgewiesen, auf die jeweils verbrauchsstärksten Standorte (im Text unterstrichen).

4.3.4.2 Polymerisate

Bei den Polymerisaten sind die Verbrauchsschwerpunkte nicht so eindeutig zu bestimmen [77]. Vielmehr kommt innerhalb der verbrauchsstarken Gebiete jeweils eine Vielzahl an kleineren Verwaltungseinheiten als Standorte für die Errichtung von Verteilungslagern in Betracht [72, S.35,36]. Repräsentative Städte können zum einen Teil nach dem "Bekanntheitsgrad" der dort produzierenden Kunststoffverarbeiter ermittelt werden, zum anderen wiederum mit Hilfe der angegebenen Literatur [72-76]. Danach ergeben sich folgende Städte als mögliche Verteilungslager:

Hannover, Köln, Frankfurt, Ingolstadt, Paris, Lyon, Mailand, Venedig, Antwerpen und Rotterdam.

4.3.4.3 Kondensate (Polyester, Polyamide, Polyacrylate)

Für die Kondensate gelten ähnliche Überlegungen wie unter 4.3.4.2 beschrieben. Auch hier sind die Kapazitäten der Kunstfasererzeuger nicht auf ganz wenige Städte konzentriert. Daher wurden zur Bestimmung der Verteilungsschwerpunkte die gleichen Metho-

den wie oben angewendet: Hieraus ergeben sich die folgenden repräsentativen Städte:

Köln, Mannheim, Paris, Lyon, Turin, Rotterdam und Antwerpen.

4.4. Die Berechnung des Verbrauchs einzelner Gebiete an petrochemischen Grund- und Zwischenprodukten

4.4.1 Geschätzte Verbrauchsanteile in den EWG-Ländern

Über Produktion, Außenhandel und Verbrauch chemischer Grund- und Zwischenprodukte liegt auf Länderebene kein geschlossenes statistisches Material vor. Selbst in der BRD, die die ausführlichste aller Produktionsstatistiken besitzt, werden aufgrund der Geheimhaltungsvorschriften für einzelne Produkte, z.B. Isopropanol oder Methyläthylketon weder Mengen- noch Wertangaben veröffentlicht [86]. Um dennoch eine Aussage über das Absatzpotential der vom Industriekomplex erzeugten Produkte machen zu können, wurden für jedes einzelne Produkt und Land Produktionsangaben aus diversen Statistiken und Fachbüchern [87;6, S.79/80] verwendet und mit der EWG-Außenhandelsstatistik [88] zu Verbrauchsangaben verknüpft. Das Ergebnis ist die folgende Tabelle, die den Verbrauch der relevanten Produkte, verteilt nach Ländern, enthält. Bei den ca.-Angaben handelt es sich um geschätzte Produktionsangaben aus Fachzeitschriften.

Länder Produkte	Frankreich 10 ³ t	Bel./Lux. 10 ³ t	Niederlande 10 ³ t	BRD 10 ³ t	Italien 10 ³ t	EWG 10 ³ t
Natronlauge	1142,4	233,9 ca.	470,3 ca.	1860,6	926,-	
Propylen	710,9 ca.	98,2	269,1 ca.	1087,9 ca.	480,4 ca.	
Butadien	1165,6 ca.	19,6	40,8 ca.	367,3	97,5 ca.	
Benzol	458,3	29,-	451,4 ca.	980,4	521,7 ca.	
O-Xylol	40,4 ca.	1,4	11,9 ca.	175,-	219,4 ca.	
P-Xylol	76,9 ca.	33,4	166,- ca.	168,4	172,4 ca.	
Isopropanol	102,4	9,4	116,9 ca.	181,1	49,9 ca.	
Propylenoxid	65,2 ca.	10,8	14,1	101,1 ca.	41,5	
Aceton	125,1	11,-	93,5 ca.	74,1 ca.	125,4 ca.	
MEK	50,2 ca.	2,6	55,9 ca.	84,9 ca.	15,1	
Acrylsäure	0,7	0,2	0,4 ca.	59,6 ca.	18,5	
Summe	3938,1 ca.	449,5 ca.	1690,7 ca.	5139,6 ca.	2667,8 ca.	13.885,7
Motorenbenzin	12390,-	2331,-	3045,-	16052,-	10221,-	44.039,-
Dieselmkraftstoff	38272,-	8345,-	6631,-	55524,-	12509,-	121.281,-

Tabelle 13 : Verbrauch wichtiger chemischer Grund- und Zwischenprodukte sowie Treibstoffe in der EWG 1970

4.4.2 Regionale Verbrauchsschwerpunkte für Grund- und Zwischenprodukte

Die bereits zitierte Erhebung über "Struktur und Verteilung der Löhne" [69] erlaubt eine regionale Aufgliederung des Verbrauchs chemischer Grund- und Zwischenprodukte. Daraus ergibt sich die in Anlage III, S.4 errechnete regionale Verbrauchsverteilung. Hier können in Deutschland wieder die Regionen Hessen und Rheinland-Pfalz, in Frankreich Paris und das Pariser Becken und in Italien Piemont und die Lombardei zusammengefaßt werden [77]. Wegen des starken Ausbaus der petrochemischen Kapazitäten im Gebiet um Rotterdam wird keine regionale Aufteilung des Verbrauchs in den Niederlanden vorgenommen (vgl. hierzu die folgende Tabelle):

Verbrauch Grund- und Zwischenpro- dukte $10^3 t$	Anzahl der Regionen kumuliert %	Anteil am ge- samten Verbrauch kumuliert %
$X_{GZ} \geq 1700$	3,85	18,04
$X_{GZ} \geq 1100$	11,54	43,99
$X_{GZ} \geq 600$	23,08	65,81
$X_{GZ} \geq 400$	46,16	85,69
$X_{GZ} \geq 200$	61,54	93,49
$X_{GZ} \geq 0$	100,-	100,-

Tabelle 14 : Die regionale Aufteilung des Verbrauchs an Grund- und Zwischenprodukten in der EWG

Die aus diesen Angaben zu konstruierende Lorenzkurve zeigt, daß der relativ höchste Informationsgrad über die räumliche Verteilung schon bei Erfassung aller Regionen mit einem Verbrauch ≥ 600 jato Grund- und Zwischenprodukte erreicht ist. Es sollen mithin nur die großen Verbrauchsregionen NRW, Hessen, Rheinland-Pfalz, Paris - Pariser Becken, Axe rhodanien, Piemont - Lombardei sowie Holland insgesamt betrachtet werden. Obwohl durch diese Beschränkung nur 65 % des Gesamtverbrauchs der untersuchten Produkte erfaßt werden, erscheint es dennoch

sinnvoll, mit diesem Ergebnis zu arbeiten, da das Verbrauchspotential der ausgewählten Gebiete groß genug ist, um den Absatz der Produkte des Chemiekomplexes zu gewährleisten.

4.4.3 Repräsentative Absatzorte für Grund- und Zwischenprodukte

Die repräsentativen Absatzorte der berücksichtigten Verbrauchsgebiete ergeben sich nach den unter 4.2.2.3.1 beschriebenen Überlegungen zur Kollinearität zweier gradlinig verbundener Hauptindustriestädte. Danach kann der Gesamtverbrauch einer Region dem Ort mit dem jeweils höheren Verbrauch zugeordnet werden. Dies sind folgende Städte:

Städte	Absatzmengen 10^3 t
Köln	2.505,4
Mannheim	1.913,3
Paris	976,4
Lyon	996,4
Mailand	1.056,8
Rotterdam	1.690,7

Tabelle 15: Repräsentative Absatzorte für Grund- und Zwischenprodukte

Schließlich mußte auch berücksichtigt werden, daß drei Produktarten des Chemiekomplexes, die nicht in der Chemischen Industrie weiterverarbeitet werden, sondern als Vergasertreibstoffkomponenten dem Benzin und Dieseltreibstoff beigemischt werden. Dies betrifft die Verwendung von C_5 -Fraktion, M-Xylol, sonst. höh. Aromate als Motorenbenzin und Pyrolyseheizöl als Dieseltreibstoff (vgl. Abb. 15).

Tabelle 13 weist den Gesamtverbrauch für beide Produktgruppen, unterteilt nach Ländern, aus. Hauptverbraucher für Treibstoffe sind Kraftfahrzeuge, die wiederum in den Ballungsräumen konzentriert sind. Daher können die zur Treibstoffbeimischung vorgesehenen Zwischenprodukte des Chemiekomplexes proportional zum Länderverbrauch auf die Hauptballungsgebiete aufgeteilt werden.

4.5 Ergebnis

Als Ergebnis der Untersuchung kann Tabelle 17 angesehen werden. Sie enthält eine Zusammenstellung der potentiell absetzbaren Mengen der untersuchten Produktgruppen in den repräsentativen Absatzorten:

Produkt- gruppen	Absatz Grund- und Zwischenprodukte 10 ³ t	Absatz Synthese- kautschuke 10 ³ t	Absatz Polymeri- sate 10 ³ t	Absatz Konden- sate 10 ³ t
Absatzorte				
Hannover	-	124,7	180,6	-
Köln	2505,4	48,1	453,4	267,3
Mannheim	1913,3	93,6	643,5	61,5
Ingolstadt	-	-	316,-	-
Paris	976,4	157,7	390,4	30,3
Lyon	996,4	69,6	226,-	73,7
Mailand	1056,8	154,8	580,3	149,9
Venedig	-	-	217,8	-
Rotterdam	1690,7	67,5	177,-	93,-
Antwerpen	-	54,-	204,5	35,-
Summe	9139,-	770,-	3389,5	710,7

Tabelle 17: Absatzpotential des Chemiekomplexes nach Produktgruppen und Absatzorten

Der Untersuchungsraum ist nun auch hinsichtlich der Verbrauchsschwerpunkte abgegrenzt. Die weiteren exogen in das Modell eingehenden Daten werden bei der Darstellung eines numerischen Lösungsansatzes für das Standortmodell im folgenden Kapitel beschrieben.

5. ERARBEITUNG EINES RECHENPROGRAMMS ZUR LÖSUNG DES STANDORT-MODELLS - QUANTITATIVE BESTIMMUNG DER AUFWANDS- UND ERTRAGSKOMPONENTEN UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DES ALTERNATIVEN EINSATZES KONVENTIONELLER KRAFTWERKE UND HOCHTEMPERATURREAKTOREN IN DAS MODELL

5.1 Die standortunabhängige Berechnung der Herstellkosten des einzelnen Verfahrens

Die Herstellkosten bilden den größten und wichtigsten Teil des gesamten Aufwandes für ein Verfahren in der Chemischen Industrie [66, S. 369]. Sie können definiert werden als "die Kosten, die durch die reine Produktion und in den ihr vorgelagerten Kostenbereichen: Beschaffung und Lagerhaltung verursacht werden" [89, S. 40]. Die Herstellkosten werden hier zunächst standortunabhängig ermittelt, weil die Grundlagen ihrer Berechnung, z.B. Materialeinsatzkoeffizienten, Mannstunden pro Zeiteinheit, Kapitaleinsatz in der Literatur ohne Berücksichtigung der individuellen Verhältnisse am gegebenen Standort beschrieben werden [vgl. z.B. 90, S. 115-226; 91, S. 228-232]. Bei der Bewertung der einzelnen Kostenarten sind jedoch landes- und zeitspezifische Gegebenheiten z.B. Material-, Lohn- und Steuersätze zu berücksichtigen. Eine standortunabhängige Berechnung der Verfahrenskosten heißt in diesem Abschnitt mithin: Bewertung unter Berücksichtigung der gegebenen Preisverhältnisse in der BRD im Jahre 1973.

5.1.1 Die Herstellkostenarten im einzelnen - Beschreibung und Bewertung -

Bei der Vorkalkulation der Herstellkosten eines Verfahrens sind folgende Kostenarten zu berücksichtigen [66, S. 368-391]:

- Kapitalkosten
- Materialkosten
- Energiekosten
- Arbeitskosten
- Reparaturkosten
- Analysekosten
- Kostensteuern
- Werksgemeinkosten

5.1.1.1 Kapitalkosten

Die Kapitalkosten setzen sich zusammen aus den Kostenunterarten: kalkulatorische Abschreibungen, kalkulatorische Wagnisse und kalkulatorische Zinsen. Abschreibungen und Wagnisse werden berechnet vom Neuwert-bzw. von den Anschaffungskosten der einzelnen Prozeßanlage (Anlageinvestition). Die Berechnungsgrundlage für die Zinsen ist das gesamte zur Produktionsdurchführung benötigte Kapital; das sind Anlage- und Umlaufkapital. Bei der Berechnung von Anlage- und Umlaufkapital wird das folgende Kalkulationsschema einheitlich verwendet:

1. Prozeßanlage
Bauteil
Apparate und Maschinen
Rohrleitungen, Instrumentierung
Isolierungen, elektrische Einrichtungen
2. + Montagekosten
3. = Zwischensumme I (onsites)
4. Neben- und Hilfsbetriebe wie oben
ohne Dampf- und Stromerzeugung
5. + Montagekosten
6. = Zwischensumme II (offsites)
7. Zwischensumme I + Zwischensumme II
8. + Ingenieurgebühren
9. = Zwischensumme III
10. + Bauzinsen
11. = Anlagekapital
ohne Dampf- und Stromerzeugung
12. + Umlaufkapital
13. = Gesamtkapital
ohne Dampf- und Stromerzeugung

Im Programm wurden 11. und 12. mit AV und UV bezeichnet.

Bei der Errechnung des gesamten Kapitalbedarfs der Prozeßanlagen wurde soweit wie möglich ein einheitliches

Quellenmaterial [92] verwendet. Die übrigen Angaben wurden durch Befragungen [93,94,95,96,97] ergänzt. Für die Umrechnung der Referenzangaben auf die benötigten Kapazitäten des Modell-Chemiekomplexes und für die Projektion der Daten auf einen einheitlichen Zeitpunkt werden noch folgende Korrekturfaktoren verwendet:

- Degressionsexponent (α)
- Kapazitätsausnutzungsfaktor (β)
- Kapazitätsumrechnungsfaktor (γ)
- CE Inflationsindex (δ)
- Wechselkurs (n)

Der Gesamtanlagebedarf einer Prozeßanlage läßt sich unter Berücksichtigung von Referenzangaben und Übertragung der Angaben auf europäische Verhältnisse wie folgt berechnen:

$$GV(I, \bar{t}, C_{eff}) = [AV(I, t, C_{Ref}) + UV(I, t, C_{Ref})] \cdot \frac{\delta(\bar{t})}{\delta(I, t)} \cdot n(\bar{t}) \cdot \left(\frac{C_{eff}(I) \cdot \beta_{Ref}(I)}{C_{Ref}(I) \cdot \beta_{eff} \cdot \gamma} \right)^\alpha \cdot 10^3 \text{ DM}$$

Hierbei bedeuten zusätzlich:

- I Verfahren
- \bar{t} Zeitpunkt der Berechnung
- t Zeitpunkt der Berechnung im Datenmaterial
- C_{eff} gewünschte Kapazität
- C_{Ref} Kapazität der Referenzanlage
- β_{Ref} Kapazitätsausnutzungsfaktor der Referenzanlage
- β_{eff} Kapazitätsausnutzungsfaktor der Modellanlage

Die anzuwendende kalkulatorische Abschreibungsmethode hat sich nach der voraussichtlichen wirtschaftlichen Nutzungsdauer sowie nach dem Grad der jährlichen Beanspruchung der Anlage zu richten. Im Quellenmaterial werden überwiegend Abschreibungszeiträume von 10 Jahren bei linearem Abschreibungsverfahren angegeben. Ein

Restwert der Anlage wird nicht berücksichtigt. Es wird vielmehr davon ausgegangen, daß die Abbruchkosten den Rest-(Schrott-)Wert der Anlage ausgleichen. Im Modell wird daher für alle Anlagen mit einer jährlichen kalkulatorischen Abschreibungssumme von

$$AKALK(I) = 0,1 \cdot AV(I) \quad 10^3 \text{ DM/a}$$

gerechnet.

In Chemiebetrieben hat das Anlagerisiko- bzw. das Katastrophenwagnis die größte Bedeutung. Der jährliche Mittelwert der Wagniskosten beträgt:

$$WKALK(I) = 0,01 \cdot AV(I) \quad 10^3 \text{ DM/a}$$

Die kalkulatorischen Zinsen auf das Anlagevermögen werden von den jährlichen Restwerten der Prozeßanlagen berechnet. Die Art der Finanzierung ist in der betrieblichen Kostenrechnung dabei unmaßgeblich. Die Höhe des Kalkulationszinsfußes richtet sich nach dem langfristigen Kapitalmarktzinsfuß, der hier mit 8 %/a angesetzt wird. Um zu vermeiden, daß in den einzelnen Jahren der Lebensdauer der Anlagen durch die abschreibungsbedingte Wertminderung jährlich fallende Zinsbelastungen entstehen, können bei linearer Abschreibung, n Nutzungsjahren und dem kalkulatorischen Zinssatz i die durchschnittlichen jährlichen Zinsen wie folgt berechnet werden:

$$Z = \frac{I \cdot i}{2} \cdot \frac{n+1}{n}$$

Die gesamten kalkulatorischen Zinsen betragen demnach:

$$ZKALK(I) = 0,08 \cdot (0,55 \cdot AV(I) + UV(I)) \quad 10^3 \text{ DM/a}$$

5.1.1.2 Materialkosten

Die Materialkosten umfassen Rohstoff-, Hilfsstoff- und Betriebsstoffkosten. Die erforderlichen Mengen ergeben sich aus den Materialbilanzen der einzelnen Verfahren. Die Bewertung der Mengen pro Verfahren kann zu Bezugskosten frei Werk oder zu Verrechnungspreisen erfolgen. Da es sich bei dem Modell-Chemiekomplex um

einen vielstufigen Multiproduktbetrieb handelt, dessen Zwischenprodukte oftmals wiederum als Rohstoffe in den Folgeprozeß eingehen, werden die Verrechnungspreise für Zwischenprodukte (=Rohstoffe der nächsten Stufe) nach dem Opportunitätskostenprinzip festgestellt, d.h. es wird so verfahren, als müßten die Einsatzmaterialien für jedes einzelne Verfahren am Markt beschafft werden. Dies bietet den Vorteil, daß die Herstellungskosten des einzelnen Verfahrens unter Berücksichtigung gegebener Marktpreise für Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe berechnet werden können (vgl. auch 5.1.2). Die Materialkosten der einzelnen Verfahren sind also:

$$UKOMAT(I) = \left(\sum_{i=1}^m r_m \cdot p_{rm} + \sum_{j=1}^n h_n \cdot p_{hn} + \sum_{k=1}^o b_o \cdot p_{bo} \right) \cdot MEOUT(I) \quad 10^3 \text{ DM/a}$$

Hier bedeuten:

UKOMAT	Materialkosten	
MEOUT	Haupterzeugnis des Verfahrens	10^3 t/a
r, h, b	Rohstoff-, Hilfsstoff-, Betriebsstoffmenge pro Einheit Haupterzeugnis	E/t
p_r, p_h, p_b	Marktpreis pro Einheit Rohstoff-, Hilfsstoff-, Betriebsstoffmenge	DM/E

Ein Materialgemeinkostenzuschlag wird bei der Berechnung nicht berücksichtigt, da die Lagerkosten, nach denen der Zuschlag allgemein berechnet wird, im Anlagekapital (offsites) der Prozeßanlage enthalten sind.

5.1.1.3 Energiekosten

Die Energiekosten in der Chemischen Industrie umfassen folgende bewertete Energiearten: Hochtemperaturwärme, Prozeßdampf verschiedener Zustände, Wärmeenergie für Heizzwecke, Strom, Inertgas (z.B. Stickstoff), Druckluft, Kälteenergie sowie Wasser für chemische Umsetzungen, als Lösungsmittel und zur Kühlung. Im Modell des Chemie-Komplexes werden diese Energiearten im einzelnen berücksichtigt. Dabei wird der Prozeßdampf unterschieden in Hochdruck- und Niederdruckprozeßdampf. Die Bewertung der für diese Arbeit besonders wichtigen Energiearten wurde bereits oben näher

erläutert. Die übrigen Energiearten werden zu durchschnittlichen Erzeugungskosten, wie sie in der Literatur angegeben werden, bewertet. Die Berechnung der Energiekosten je Verfahren erfolgt in ähnlicher Form, wie unter 5.1.1.2 beschrieben. Danach sind:

$$UKOEN(I) = \left(\sum_{i=1}^n e_n \cdot k_{en} \right) \cdot MEOUT(I) \quad 10^3 \text{ DM/a}$$

Es bedeuten zusätzlich:

UKOEN	Energiekosten	
e_n	Energieverbrauch der n-ten Energieart pro Einheit Haupterzeugnis	E/t
k_{en}	spezifischer Energiekostensatz pro Einheit	DM/E

5.1.1.4 Arbeitskosten

Die Arbeitskosten werden bei den Herstellkosten nur insoweit erfaßt, als sie mit der Durchführung der Produktion in unmittelbarem Zusammenhang stehen. Es sind mithin je Verfahren: die Zahl der betrieblichen Arbeiter, die Zahl des technischen Überwachungspersonals, deren durchschnittliche Arbeitszeit pro Jahr sowie die jeweiligen spezifischen Aufwendungen an Löhnen, Gehältern und Nebenkosten zu erfassen. Hierbei sind zwei Besonderheiten zu beachten: Erstens wird im Quellenmaterial die Zahl der benötigten betrieblichen Arbeiter pro Verfahren durchweg unter der Voraussetzung einer jährlichen Arbeitsleistung von 2000 h/Arbeiter angegeben. Zweitens ist in einem örtlich konzentrierten Multiproduktbetrieb die Zahl des für die unmittelbare Beaufsichtigung notwendigen Überwachungspersonals geringer als die Summe des im Quellenmaterial angegebenen Überwachungspersonals je Verfahren. Auf die erste Besonderheit wird bei der Berechnung der standortabhängigen Arbeitsausgaben (vgl. 5.2.1.4) des gesamten Komplexes näher eingegangen. Für die hier angestrebte Berechnung werden die im Quellenmaterial veranschlagten 2000/h je

Jahr und Arbeiter beibehalten. Schwierigkeit zwei wird durch die Annahme eines Zuschlages von 30 % auf die betrieblichen Arbeiterkosten [66, S. 385] umgangen. Die betrieblichen Arbeitskosten je Verfahren lassen sich dann nach folgender Formel errechnen:

$$K_A(I) = \frac{2000}{1000} \cdot A_{\text{eff}}(I) \cdot p_A \cdot 1,3 \quad 10^3 \text{ DM/a}$$

wobei:

$$A_{\text{eff}}(I) = A_{\text{Ref}}(I) \cdot \left(\frac{C_{\text{eff}}(I)}{C_{\text{Ref}}(I)} \right)^\Omega$$

Es bedeuten zusätzlich:

K_A	betriebliche Arbeitskosten	
A_{eff}	tatsächlich benötigte Arbeitskräfte pro Verfahren I	1/a
p_A	spezifischer Lohn- und Nebenkostensatz je Arbeiter	DM/h
$A_{\text{Ref}}(I)$	Zahl der im Referenzverfahren angegebenen Arbeitskräfte	1/a
Ω	Degressionsexponent für die betrieblichen Arbeitskräfte	

5.1.1.5 Reparaturkosten

Die Reparaturkosten, worunter in der Chemischen Industrie auch Umbauten und zusätzliche Installationen an den Anlagen verstanden werden, setzen sich zusammen aus den Reparaturhandwerkerlöhnen, den Reparaturmaterialkosten und Reparaturgemeinkosten. Da die Reparaturkosten während der Lebensdauer der Anlagen nicht konstant bleiben, sondern steigen, wird im Quellenmaterial meist ein Mittelwert angegeben, der prozentual vom Neuwert der Anlage (Gesamtanlagekapital) geschätzt ist.

$$K_{\text{Rep}}(I) = r(I) \cdot AK(I) \quad 10^3 \text{ DM/a}$$

Hier ist:

$r(I)$ der durchschnittliche jährliche Reparaturkostensatz
des jeweiligen Verfahrens.

5.1.1.6 Analysekosten

Analysekosten fallen für die laufenden Kontrollen von Rohstoffen, Zwischen- und Endprodukten an. Man schätzt durchschnittliche Richtwerte von 15 % der betrieblichen Arbeitskosten.

$$K_{\text{Anal}}(I) = 0,15 \cdot 2 \cdot A_{\text{eff}}(I) \cdot p_A \quad 10^3 \text{ DM/a}$$

K_{Anal} Analysekosten

5.1.1.7 Kostensteuern

Bei der Berechnung der Kostensteuern sind zu berücksichtigen: Vermögenssteuer, Gewerbesteuer, Grundsteuer und evtl. Lohnsummensteuer. Im Rechenprogramm werden diese Steuerarten nicht im einzelnen ausgewiesen. Vielmehr soll [66, S. 390] gefolgt werden; dort wird hierfür bei Annahme einer 50 %igen Fremdfinanzierung der Anlagen ein durchschnittlicher Wert von 0,8 % vom Gesamtkapitalbedarf des einzelnen Verfahrens ausgewiesen.

$$UKOST(I) = 0,008 \cdot GESKAP(I) \quad 10^3 \text{ DM/a}$$

UKOST Kostensteuern

GESKAP Gesamtkapital

5.1.1.8 Werksgemeinkosten

Die örtlich konzentrierte Produktion in mehreren Betrieben zwingt zur Schlüsselung bestimmter Kostenarten. Das sind z.B. die Kosten der Werksleitung, die innerhalb des Betriebes anfallenden Verkehrskosten, die Unterhaltungskosten für die ge-

samen Nebenanlagen. Umfang und Zuschlagsgrundlage der Werksgemeinkosten werden in der Literatur unterschiedlich angegeben. Nach einer Firmenauskunft [93] ist ein Zuschlagssatz von 120 % auf die gesamten Arbeitskosten für das Jahr 1973 repräsentativ.

$$K_{WGm}(I) = 1,2 \cdot K_A(I) \quad 10^3 \text{ DM/a}$$

K_{WGm} Werksgemeinkosten

5.1.2 Die Berechnung des Ertrags des einzelnen Verfahrens

Es ist ein Kennzeichen der Chemischen Industrie, daß in einem Verfahren oft gleichzeitig mehrere Produkte erzeugt werden (Kuppelproduktion). Dies führt zu den bekannten Problemen der Bewertung der einzelnen Erzeugnisse. In dieser Arbeit wird die Bewertung der Kuppelprodukte zu Marktpreisen gewählt. Hierdurch kann die Wirtschaftlichkeit des einzelnen Verfahrens an dem Knappheitsgrad der hervorgebrachten betrieblichen Leistung gemessen werden. Aus programmiertechnischen Gründen wird für jedes Verfahren ein Hauptprodukt gewählt, dessen Output gleich eins gesetzt und die übrigen gleichzeitig entstehenden Produkte als Koeffizienten dieses spezifischen Outputs ausgedrückt. So läßt sich der Ertrag eines Verfahrens formelmäßig wie folgt bestimmen:

$$VERER(I) = \left(\sum_{i=1}^m m_m \cdot p_m \right) \cdot MEOUT(I) \quad 10^3 \text{ DM/a}$$

Hierbei bedeuten:

VERER(I)	Ertrag des Verfahrens I	
m	Mengenoutputfaktor pro Einheit Haupterzeugnis	E/t
p	Marktpreis des erzeugten Produktes	DM/E
MEOUT(I)	Outputmenge des Hauptproduktes des Verfahrens I	10^3 t

Aus dieser Art der Berechnung folgt, daß die bewerteten Outputmengen (=Erträge) des n-ten Verfahrens entweder als Erlöse am Markt erzielt werden oder als bewertete Rohstoffmengen in das n+1-Verfahren eingehen können.

5.1.3 Die Berechnung des Betriebsergebnisses

Aufgrund der vorhandenen Gleichungen können nun Gesamtherstellkosten, Gesamtertrag, Gesamtgewinn sowie das Betriebsergebnis des Modellkomplexes berechnet werden. Kosten- und Erlöskomponenten werden hierzu in folgender Weise zusammengefaßt:

	Bezeichnung im Programm
Verrechnungserlöse	VERER
Materialabhängige Kosten	UKOMAT
Kapitalabhängige Kosten	UKOKAP
Energieabhängige Kosten	UKOEN
Arbeitsabhängige Kosten	UKOARB
Kostensteuern	UKOST

Die material- und die energieabhängigen Kosten entsprechen den oben definierten Material- und Energiekosten. In die kapitalabhängigen Kosten gehen die Aufwendungen für Abschreibungen, Wagnisse, Zinsen auf Fremdkapital des Anlage- und Umlaufvermögens sowie die Reparaturaufwendungen ein. Die arbeitsabhängigen Kosten umfassen betriebliche Arbeitskosten sowie Analyse- und Werksgemeinkosten, da für beide Kostenarten die Arbeitskosten Grundlage der Kalkulation sind. Die Kostensteuern werden wegen ihres additiven Charakters [99, S. 326] gesondert erfaßt.

$$\begin{aligned}
 \text{GESGEW}(I) &= \text{VERER}(I) \\
 &- \text{UKOMAT}(I) \\
 &- (0,1+0,01+0,044+r(I)) \cdot \text{AV}(I) - 0,08 \cdot \text{UV}(I) \\
 &- \text{UKOEN}(I) \\
 &- 3,01 \cdot 2 \cdot A_{\text{eff}}(I) \cdot p_A \\
 &- \text{UKOST}(I) \qquad \qquad \qquad 10^3 \text{DM/a} \\
 \\
 \text{BETERG} &= \sum_{I=1}^{34} \text{GESGEW}(I)
 \end{aligned}$$

GESGEW(I) Gesamtgewinn des einzelnen Verfahrens
BETERG Betriebsergebnis des Modellkomplexes

5.2 Der Übergang von einer statischen, verfahrensbezogenen Kostenberechnung zu einer mehrperiodischen Investitions- rechnung für den gesamten Modellkomplex

5.2.1 Festlegung des Planungshorizontes sowie der Zeitschritte der Einnahmen/Ausgaben-Rechnung

Aus den im Abschnitt 5.1 vorgestellten Kosteneinflußgrößen wird deutlich, daß das rechnerische Ergebnis der Gewinnermittlung für das einzelne Verfahren und für den Gesamtkomplex statischen Charakter trägt, da keine sich im Zeitablauf ändernden Einflußfaktoren in die Betrachtung miteinbezogen werden. Die Berechnung wird ferner aus dem Blickwinkel der betrieblichen Kostenkalkulation durchgeführt, d.h. das Gesamtergebnis stellt sich als die Addition des periodischen Werteverzehrs (und Erfolgs) der einzelnen Verfahren dar. Gemäß den getroffenen Voraussetzungen wird ferner nicht unterschieden zwischen solchen Leistungsverzehrs- und Erfolgsgrößen, die zu Zahlungsvorgängen führen, und solchen, die rein verrechnungstechnischen Charakter haben.

Da Standortentscheidungen jedoch langfristigen Charakter tragen und als wesentliches Teilgebiet der Investitionsentscheidungen angesehen werden können (vgl. 3.1.1.3), sollen die drei genannten begrenzenden Voraussetzungen nacheinander aufgehoben werden. Jede Investitionsüberlegung verlangt die Festlegung eines Planungshorizontes sowie die Bestimmung der Zeitintervalle, für die Berechnungen durchgeführt werden sollen. Das zur Verfügung stehende Datenmaterial legt eine periodische Rechnung in Jahres-schritten nahe. Als Planungszeitraum wurden 20 Jahre angesetzt. In diesem Zeitraum werden von der Industrie beispielsweise Darlehen zur langfristigen Finanzierung von Investitionsprojekten zurückgezahlt; Kraftwerke und insbesondere Chemieanlagen sind innerhalb dieses Zeitraums steuertechnisch abgeschrieben; die den Berechnungen zugrundeliegenden Prognosedaten erfassen diesen Zeitraum. Nicht zuletzt wird, wie aus den Berechnungen hervorgeht, der maximale Eigenkapitalertragswert

am jeweiligen Standort zwischen dem 17. und 23. Jahr der Nutzungsdauer erreicht.

$$1 \leq T \leq 20$$

a

T Planungszeitraum

5.2.2 Der Ersatz von Kosten und Verrechnungserlösen durch Einnahmen- und Ausgaben

Von den für die Ermittlung des einzelnen Verfahrens notwendigen Verrechnungserlösen werden nur diejenigen in die Investitionsrechnung übernommen, die bei Realisierung des Projektes zu Einnahmen führen. Ebenso wird die Periodisierung des Leistungsverzehrs aufgegeben, d.h. Kosteneinflußgrößen werden in der zeitlichen Reihenfolge so erfaßt, wie sie tatsächlich zu Ausgaben führen. Sowohl für die Einnahmen als auch für die Ausgaben soll in diesem Zusammenhang gelten, daß die Zahlungen jeweils am Ende einer Jahresperiode anfallen. Diese Feststellungen gelten mit zwei Ausnahmen. Zum einen werden die kalkulatorischen Werksgemein-, Analyse-, Wagnis- und Reparaturkosten mit in die Einnahmen/Ausgabenrechnung übernommen. Der Grund hierfür ist, daß sich anhand des Datenmaterials keine zeitlich exakt bestimm- baren Ausgabenströme ermitteln lassen. Diese Kostenarten werden daher mit den dafür anfallenden Ausgaben (GEMAUS) gleichgesetzt.¹⁾ Zum anderen müssen die finanziellen Abschreibungen für die jährliche Gewinnermittlung und die daraus resultierenden Ertragssteuerzahlungen in den Rechnungen berücksichtigt werden. Sie werden jedoch bei der Berechnung der Periodenüberschüsse aus den Ausgaben wieder herausgenommen. Schließlich werden die Einnahmen- und Ausgabenreihen, die in unterschiedlichen Perioden anfallen, durch die Einführung eines Diskontierungsfaktors, des Kalkulationszinsfußes, vergleichbar gemacht.

1) Diese Rechnung mit durchschnittlichen jährlichen Ausgaben kann daher nicht den zeitlich ungleichmäßigen Anfall der Reparaturen erfassen.

5.3 Die Einführung standort- und zeitabhängiger Zahlungsreihen ohne Berücksichtigung staatlicher Aktivität

5.3.1 Einnahmen in Abhängigkeit von Erlösen auf Teilmärkten

Die Art der Verteilung derjenigen Produkte des Komplexes, die zu Einnahmen auf den gewählten Teilmärkten führen, wurde bereits unter 4.5.4 beschrieben. Da sich die mengenmäßigen Belieferungen gemäß den Voraussetzungen nicht ändern, haben die Einnahmen nur über die Höhe der spezifischen Produktpreise auf den Teilmärkten Einfluß auf den standortabhängigen Eigenkapitalertragswert. Die Bestimmung "richtiger" Preise für die Fertigprodukte dieses Modellbeispiels stößt auf große Schwierigkeiten. Denn es fehlen innerhalb der betrachteten sechs EWG-Ländern nicht nur regionale Industriestatistiken, sondern es werden aus Geheimhaltungsgründen von den BENELUX-Staaten sowie von Frankreich auch keine Landesproduktionsstatistiken, die gleichzeitig Mengen- und Wertangaben enthalten, veröffentlicht. Aber auch die in der BRD und in Italien veröffentlichten Industriestatistiken sind in bezug auf Mengen- und Wertangaben für chemische Produkte nicht vollständig oder kompatibel, so daß eine Bewertung der Absatzprodukte nach diesen Unterlagen nicht möglich ist.

Auch das Material anderer nationaler Institutionen wie Industrie- und Handelskammern, Chemieverbände, chemische Fachzeitschriften erscheint für den Zweck dieser Untersuchung nicht verwendbar, da die dort veröffentlichten Preisangaben sich auf kleine Endverbrauchermengen beziehen.

Es kann aber bei der Bewertung der Absatzprodukte die EWG-Außenhandelsstatistik [10] herangezogen werden. Dort sind nationale Import- und Exportmengen, detailliert nach Produkten, sowie die dafür erfolgten Grenzübergangszahlungen (ohne MWST) ausgewiesen. Die innerhalb der alten sechs EWG-Länder bewegten Liefermengen sowie deren Werte werden außerdem gesondert erfaßt. Für die bei dieser Studie relevanten Produkte können hieraus spezifische geglättete Durchschnittswerte gebildet werden, die als Durchschnittspreise zu interpretieren sind, zu denen EWG-interne Lieferungen stattfinden. Dieser Preis wird auch als ein Konkurrenzpreis angesehen, an dem sich das Preisniveau eines Produktes in einem Mit-

gliedland orientiert [95,96]. Er soll daher bei der Bewertung der Produkte auf den Teilmärkten Verwendung finden.

Die Einnahmen der Periode T ergeben sich mithin aus den auf den Teilmärkten abgesetzten Mengen und diesen Produktpreisen unter Berücksichtigung von Preisänderungen:

$$EIN(T) = \sum_{i=1}^4 \sum_{o=1}^{10} (M_{io} \cdot p_{io} \cdot r_i^{(T-1)}) \quad 10^3 \text{ DM/a}$$

EIN(T)	Einnahmen der Periode T
M_{io}	abgesetzte Menge des Produktes i auf dem Teilmarkt o
p_{io}	spezifischer Preis des Produktes i auf dem Teilmarkt o
r_i	Preisänderungsrate des Produktes i

5.3.2 Transportausgaben in Abhängigkeit von Entfernung und Frachtsätzen

Bei einer Berechnung von Transportausgaben sind grundsätzlich Bezugsausgaben für die von außen bezogenen Rohstoffe sowie Absatztransportausgaben für die an den einzelnen Teilmärkten abzusetzenden Produkte zu berücksichtigen.

In der Chemischen Industrie werden Produkte, wenn keine besonderen Vereinbarungen getroffen werden, "frei Abnehmer" abgerechnet [95,96], d.h. in den Rohstoffpreisen sind die Bezugsausgaben bereits enthalten. Ein gesonderter Ausweis von Anlieferungs-transportausgaben ist in diesem Industriezweig daher nicht üblich. Mit Ausnahme von Naphtha, dem wichtigsten Rohstoff, werden durch den Modellkomplex vergleichsweise unbedeutende Rohstoffmengen benötigt. Es kann als realistische Prämisse unterstellt werden, daß dieser Bedarf von benachbarten Betriebsstätten und nicht von weit entfernt liegenden Erzeugungszentren gedeckt wird.

Die mittlere Transportentfernung von den Bezugsmärkten wird damit wesentlich geringer als diejenige zu den Absatzmärkten. Diese

Überlegungen rechtfertigen keine Studie über die Bezugsmärkte und damit keinen gesonderten Ausweis der Transportausgaben.

Es wären mithin lediglich Transportausgaben für Naphtha zu berechnen. Naphtha in den vom Modellkomplex benötigten Mengen (ca. 1,8 Mio t/a) würde jedoch stets durch ein Rohrleitungssystem von der unmittelbar am Standort befindlichen Raffinerie oder per Produktpipeline angeliefert werden. Die Ausgaben für den Naphthatransport hätten, einer Firmenauskunft zufolge [97], auch bei entfernt gelegenen Raffinerien (bis 250 km) nur einen Anteil von maximal 3 % der Gesamtausgaben für Naphtha. Außerdem wäre eine Ermittlung von Pipelineausgaben wegen der unterschiedlichen geographischen Lage der untersuchten Standorte auch nur unter groben Schätzungen möglich. Auf einen Ausweis von Transportausgaben für Naphtha wurde daher ebenfalls verzichtet. Auf den Einfluß der unterschiedlichen Rohstoffausgaben von Land zu Land insgesamt wird jedoch bei der Darstellung der Ergebnisse dieser Untersuchung eingegangen werden (vgl. auch 5.3.3).

Die Absatztransportausgaben dagegen können im einzelnen ermittelt werden. Sie lassen sich aus der Entfernung zwischen Erzeugerstandort und Absatzort und dem spezifischen Transportausgabensatz berechnen. Bei der Feststellung der Entfernungen wurde das Güterverkehrsstreckennetz [101] der Eisenbahngesellschaften der einzelnen Länder zugrundegelegt, da dieser Verkehrsweg für den Transport voluminöser, dabei hochwertiger Güter besonders im grenzüberschreitenden Verkehr in der Chemischen Industrie üblich ist [95]. Die Berechnung der - dynamischen - Frachtsätze [102,103] erwies sich als kompliziert, denn es gibt keine kontinuierliche Transportausgabenfunktion in Abhängigkeit von den Entfernungen im innereuropäischen Güterverkehr. Stattdessen ändern sich in jedem Land die Frachtsätze pro t und km in Abständen von 50 bis 100 km. In einem Unterprogramm mußten daher die spezifischen Transportausgaben je Standort und Jahr gesondert berechnet werden (vgl. Anlage IV, UPROES). Der errechnete Ausgabensatz - eine 120·10·20 Matrix - wurde zurück in das Hauptprogramm übergeben. Durch Multiplikation mit den für die einzelnen Teilmärkte bestimmten Produktmengen ergeben sich danach folgende jährlichen

Gesamtabsatztransportausgaben:

$$\text{TAAUS}(J,T) = \sum_{JVER=1}^{10} \text{TRAKO}(J,JVER,T) \cdot \text{MENABS}(JVER) / 10^3 \text{DM/a}$$

TAAUS(J,T)	jährliche Gesamtabsatztransport-	
	ausgaben je Standort	
MENABS(JVER)	Transportmenge zum Absatzmarkt JVER	10 ³ DM/a
TRAKO(J,JVER,T)	Transportausgabensatz je Standort,	
	Absatzmarkt und Jahr	DM/t

5.3.3 Materialausgaben unter besonderer Berücksichtigung der Naphthapreisentwicklung

Die benötigten Rohstoffe müssen aus den unter 5.3.1 genannten Gründen ebenfalls zu Grenzübergangspreisen bewertet werden. Außerdem wurde bei der Berechnung der Transportausgaben unterstellt, daß eine Belieferung der Rohstoffe am jeweiligen Standort des Modellkomplexes aus dem Inland erfolgt. Daher wurde die Bewertung der Rohstoffbezugsmengen auf der Grundlage nationaler geglätteter Durchschnitts-Importpreise der Jahre 1970-1972 durchgeführt. Der Versuch, Prognosen für eine Preisentwicklung der sehr heterogenen Faktorinputs zu übernehmen oder zu erarbeiten, wurde angesichts fehlender oder widersprüchlicher Unterlagen nicht weiter verfolgt.

Sonstige Hilfs- und Betriebsstoffe - außer Energie - wurden standortunabhängig in das Modell übernommen, da sie aufgrund der benötigten Mengen und Werte keinen Einfluß auf die Standortqualität nehmen können.

Die Unsicherheit bzw. Unmöglichkeit einer langfristigen Preisvorhersage (in den 6 EWG-Ländern) betrifft auch den für die Ausgabenentwicklung des Modellkomplexes besonders wichtigen Rohstoff Naphtha. Dieses Kuppelprodukt der Mineralöldestillation wird nahezu ausschließlich in der Petrochemie zur Erzeugung chemischer Grund- und Zwischenprodukte verwendet. Solange keine grundsätzlich neuen Verfahren zur Erzeugung organischer Chemieprodukte auf nicht-petrochemischer Basis produktionstechnisch einsatzfähig und ökonomisch konkurrenzfähig sind,

wird das Wachstum der mengenmäßigen Nachfrage nach Naphtha bestimmt durch das Wachstum der jeweiligen Kohlenstoffchemie in den sechs EWG-Ländern. Das Wachstum dieses wesentlichsten Zweiges der Chemischen Industrie erscheint jedoch angesichts der derzeitigen Energiesituation nicht mehr als eine Funktion der Entwicklung neuer Produkte oder des Eindringens in substitutive Märkte, sondern als eine Funktion der Verfügbarkeit von Mineralöl, aus dem Naphtha entsteht. Diese Verfügbarkeit oder Verfügbarmachung unterliegt jedoch neuerdings nicht mehr allein technisch-ökonomischen, sondern politischen Einflüssen. Eine Prognose über die Entwicklung des mengenmäßigen Angebotzuwachses und des zukünftigen Preises für Erdöl und auch von Mineralölfolgeprodukten ist daher für die 6 EWG-Ländern nach dem derzeitigen Stand der Kenntnisse nicht möglich [104]. Wären demzufolge zwar die Nachfragebedingungen von Naphtha bestimmbar, nicht jedoch diejenigen des Angebots, so muß der Versuch jeder differenzierten Aussage über die zukünftige Preisentwicklung von Naphtha unterbleiben.

Es wird deshalb, wie auch schon bei der Darstellung des Investitionsvergleichs Hochtemperaturreaktor-Ölkraftwerk der Naphthapreis für die Jahre 1973 und 1974 sowie seine Rate der zukünftigen jährlichen Preissteigerung als Parameter in das Modell eingegeben. Variationen dieses Parameters führen zu den gleichen absoluten Veränderungen der Ausgabenseiten für Rohstoffe, mithin auch zu prozentual gleichen Änderungen der Eigenkapitalertragswerte, sowohl im Fallbeispiel mit konventioneller als auch im Fallbeispiel mit nuklearer Energieversorgung des Modellkomplexes. Eine Veränderung der relativen Standortqualität findet dadurch also nicht statt.

Die gesamten Materialausgaben sind danach:

$$\text{MATSTA}(J,T) = \text{MATON} + \text{ROHSTO}(1,1) \cdot \text{NAPHP} \cdot \text{MEOUT}(1) \quad 10^3 \text{ DM/a}$$

MATSTA(J,T)	Materialausgaben je Standort und Periode
MATON	Standortabhängige und standortunabhängige Ausgaben für Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe
ROHSTO(1,1)	Naphthajahresbezugsmenge

5.3.4 Energieausgaben in Abhängigkeit vom Brennstoffwärmepreis

Bei den im folgenden durchgeführten Berechnungen sind lediglich diejenigen Ausgaben berücksichtigt, die durch die Beschaffung der jährlich benötigten Energiemengen anfallen. Alle übrigen Ausgaben, d.h. die jährlich anfallenden Zahlungen für Kapital, Versicherungen, Reparaturen, Bedienung und Verwaltung sind in den entsprechenden Ausgabenreihen des Gesamtkomplexes erfaßt.

5.3.4.1 Der Unterschiede zwischen nuklearen und konventionellen Brennstoffausgaben

Für die Herstellung von 1 kg U-235 mit einem Anreicherungsgrad von 93 % sind folgende Natururanmengen notwendig [105, S. 13/14]:

$$\begin{aligned} M_{U_{NAT}} &= 1 \cdot \frac{0,93 - 0,002}{0,0073 - 0,002} && \text{kg} \\ &= 175,0943 \end{aligned}$$

$M_{U_{NAT}}$ Natururanmenge

Bei einem Leistungspreis von 6 ¢/lb U_3O_8 setzt sich der Herstellungspreis von 40.000 DM/kg U-235 (93%), entsprechend 40 DM/g, zusammen aus:

$$P_{U_{235}} = 175,0943 \cdot 2,6 \cdot 6 \cdot 3,20 + C_{AN} = 40000 \quad \text{DM/kg}$$

C_{AN} Kosten der Anreicherung

Der Preis des Natururans geht in den Preis für U-235 (93 % Anreicherung) danach mit 21,84 % ein. Der Preis pro Einheit Brennstoff für den PR 500 ändert sich mithin in Abhängigkeit vom Natururanpreis nach folgender im Rechenprogramm verwendeten Gleichung:

$$URANP = \left[\frac{(0,93 - 0,002)}{(0,0073 - 0,002)} \cdot 49,92 \cdot (1 + URP)^{T-1} + 31259,29 \right] : 1000 \quad \text{DM/g}$$

URP = Preissteigerungsrate für Natururan (U_3O_8) 1/a

URP = 0,06 [27]

Die gesamten jährlichen Ausgaben für die nuklearen Brennelemente in Abhängigkeit vom bewerteten Gehalt an U-235 betragen dann:

$$NA = Z \cdot (C_f + r \cdot URANP) \quad 10^3 \text{ DM/a}$$

NA	Ausgaben für nukleare Brennelemente	
r	Uran-235-Gehalt eines Brennelementes	g/BE
URANP	Preis je Einheit Uran-235	DM/g
C_f	Ausgaben für Fremdfabrikation	DM/BE

Diese Ausgaben werden als standortunabhängig angesehen, da trotz des aus Sicherheitsgründen notwendigen Spezialtransports von jährlich ca. 170300 Kugeln bei einem spezifischen Gewicht einer Kugel von 12,6 g nur ca. 2,2 Tonnen Material transportiert werden müssen.

Die jährlichen Ausgaben für Heizöl S eines 500 MW_{th} Ölkraftwerks lassen sich in Abhängigkeit von Heizölpreis und Ölmenge berechnen:

$$OEA = OEM \cdot OELPJ \quad 10^3 \text{ DM/a}$$

OEA	Ausgaben für Heizöl	
OELPJ	Standort- und zeitabhängiger Heizölpreis	DM/t
OEM	Verbrauchte Heizölmenge	10^3 t/a

Der Heizölpreis ist im Gegensatz zum Weltmarktpreis von U-235 standortabhängig, wie aus statistischen Unterlagen hervorgeht [106, S. 113-151; 39, S. 114-137]. Die Ölpreissteigerungsrate kann als Parameter, wie in Kapitel 2., variiert werden. Der Bedarf an Heizöl für ein 500 MW_{th} Ölkraftwerk beträgt jährlich ca. 391170 t.

5.3.4.2 Die Berechnung der gesamten jährlichen Ausgaben des Modellkomplexes für Energie

Der zusätzliche Brennstoffbedarf für die Erzeugung von 200 MW_{th} hochtemperaturiger Wärme wird mit 915 kcal/kwh_{th} bei nuklearer Wärmeerzeugung, bzw. 935 kcal/kwh_{th} bei Ölfeuerung angegeben [107]. Dabei werden Wärmetauscherwirkungsgrade von $\eta_{th} = 0,94$ bzw. $\eta = 0,92$ angenommen.

Damit errechnen sich jährliche Brennstoffausgaben im Fall der nuklearen Hochtemperaturwärmeerzeugung:

$$NA_{HTnuc} = \frac{915 \cdot 200 \cdot 8000}{20,92 \cdot 10^6} \cdot (34,20 + 0,96 \cdot URANP) \quad 10^3 \text{ DM/a}$$

NA_{HTnuc} Brennstoffausgaben für die Erzeugung von nuklearer HT-Wärme

und im Falle der konventionellen Hochtemperaturwärmeerzeugung:

$$NA_{HTkon} = \frac{935 \cdot 200 \cdot 8000}{9800 \cdot 10^3} \cdot OELPJ \quad 10^3 \text{ DM/a}$$

NA_{HTkon} Brennstoffausgaben für die Erzeugung von konventioneller HT-Wärme

Die jährlichen Ausgaben für den gesamten Energiebedarf des Modellchemiekomplexes lassen sich nun berechnen aus den Brennstoffausgaben der Kraftwerke sowie aus den Ausgaben für den sonstigen Energieverbrauch, die bei den Herstellkosten des einzelnen Verfahrens berechnet wurden und als pagatorische Größen in die Investitionsrechnung übernommen wurden. Im Falle der nuklearen Energieerzeugung errechnen sich die gesamten Energieausgaben:

$$\begin{aligned} NUCAUS(J,T) &= ENKOST \\ &+ [34,2 + 0,96 \cdot URANP] \\ &\cdot \left[\frac{4 \cdot 2356 \cdot 189 \cdot 8}{20920} + \frac{915 \cdot 200 \cdot 8}{20920} \right] \quad 10^3 \text{ DM/a} \end{aligned}$$

$NUCAUS$ Gesamte Energieausgaben des Modellkomplexes

Im Falle der konventionellen Energieerzeugung gilt:

$$\begin{aligned} \text{OEAS(J,T)} &= \text{ENKOST} \\ &+ \text{OELPJ} \\ &\cdot \left[\frac{4 \cdot 2470 \cdot 194 \cdot 8}{9800} + \frac{935 \cdot 200 \cdot 8}{9800} \right] \quad 10^3 \text{ DM/a} \end{aligned}$$

5.3.5 Arbeitsausgaben in Abhängigkeit von Arbeitskostensätzen, durchschnittlicher Arbeitszeit sowie dem Verhältnis Arbeiter/Angestellte

Die standortunabhängige Berechnung der betrieblichen Arbeitskosten des einzelnen Verfahrens stellt ab auf einen durchschnittlichen Preis für den Faktor Arbeit in der Chemischen Industrie der BRD sowie auf eine Arbeitszeit von 2000 h/a. Demzufolge sind die tatsächlichen, regional unterschiedlichen Arbeitszeiten und Arbeitskosten sowie das Verhältnis Arbeiter-Angestellte nicht ausgewiesen worden. Die tatsächlichen Arbeitsbedingungen in den untersuchten Ländern sollen nun im einzelnen berücksichtigt werden.

Den Berechnungen liegt eine die Arbeitskosten regional und nach Industriegruppen und -untergruppen vergleichende Untersuchung in den EWG-Ländern zugrunde. Die in der Studie gewählte Definition für Arbeiter [40, S. 9] entspricht derjenigen, die für die Festlegung der Zahl der betrieblichen Arbeiter je Verfahren verwendet wurde. Hiervon lassen sich eindeutig die Angestellten, d.h. "die Meister, das Überwachungspersonal, die Ingenieure, die leitenden Angestellten sowie das Direktionspersonal des Unternehmens" unterscheiden. Vorstandsmitglieder, bzw. die Generaldirektoren von Unternehmen sind hingegen nicht in die Untersuchung einbezogen. Deren Arbeitskosten werden von dieser Untersuchung daher nicht erfaßt.

Da die durchschnittlichen Arbeitszeiten von Angestellten und Arbeitern in den einzelnen Verwaltungsregionen der EWG-Länder deutlich unterschiedlich sind, der Modellkomplex aber auf eine bestimmte Arbeitszeit ausgelegt wurde (8000 Betriebsstunden/a)

bzw. 2000 Arbeitsstunden pro Arbeitnehmer, wird die tatsächlich nötige Zahl an Arbeitnehmern durch Korrekturfaktoren¹⁾ an diese Betriebsstundenzeit angeglichen. Ebenso kann aus der Statistik das innerhalb der einzelnen Länder erstaunlich variierende Verhältnis von Arbeitern zu Angestellten herausgearbeitet werden [40, S. 68-109]. Der in der Studie verwendete Begriff der Arbeitskosten je Arbeiter und Angestellten umfaßt nicht nur die direkten Lohn- und Gehaltszahlungen, sondern auch alle Nebenvergütungen und Sozialleistungen, die die Betriebe für die Beschäftigung eines Arbeiters oder eines Angestellten pagatorisch aufwenden müssen [40, S. 10, 328, 446]. Dieser Begriff entspricht mithin der für dieses Modellbeispiel geltenden Forderung nach Feststellung der Ausgaben für die benötigte Arbeitskraft. Daher soll der spezifische Arbeitskostensatz der EWG-Studie, der sowohl für die Bereiche der Herstellung Chemischer Grundstoffe, als auch für die Bereiche Gummi, Kunststoff, Chemiefasern getrennt ermittelt wurde, als Basiswert Verwendung finden. Bei der Dynamisierung dieses Wertes, der sich für die einzelnen Länder unterschiedlich entwickelt, sollen die Daten der PROGNOS AG [26, S. 264] Verwendung finden.

Die standortabhängigen Ausgaben für Arbeiter und Angestellte lassen sich nach diesen Überlegungen in folgender Gleichung darstellen:

$$\begin{aligned} \text{ARBAUS}(J,T) = & \sum_{i=1}^{13} A_{\text{eff}}(I) \cdot 2 \cdot \text{PGR}(J,T) \cdot 2000 \cdot \left(\frac{1}{\text{ZAGR}(J)} + \frac{\text{VGR}(J)}{\text{ZANGR}(J)} \right) \\ & + \sum_{i=14}^{34} A_{\text{eff}}(I) \cdot 2 \cdot \text{PK}(J,T) \cdot 2000 \cdot \left(\frac{1}{\text{ZAK}(J)} + \frac{\text{VK}(J)}{\text{ZANK}(J)} \right) \end{aligned}$$

Hierbei bedeuten:

ARBAUS(J,T) Ausgaben für Arbeiter und Angestellte
je Standort und Berechnungsperiode

P GR(J,T) Arbeitskostenstundensatz im Industrie-
zweig chemische Grundstoffe je Stand-
ort und Berechnungsperiode

DM/a

1) Hierin sind auch Arbeitsstundenverluste durch Streiks berücksichtigt.

PK(J,T)	Arbeitskostenstundensatz im Industrie- zweig Gummi, Kunststoffe, Kunstfasern je Standort	DM/a
ZAGR(J)	durchschnittliche Arbeitszeit eines Arbeiters im Industriezweig Chemische Grundstoffe je Standort	h/a
ZAnGR(J)	durchschnittliche Arbeitszeit eines Angestellten im Industriezweig Chemische Grundstoffe je Standort	h/a
ZAK(J)	durchschnittliche Arbeitszeit eines Arbeiters im Industriezweig Gummi, Kunststoffe, Kunstfasern je Standort	h/a
ZANGR(J)	durchschnittliche Arbeitszeit eines Angestellten im Industriezweig Gummie, Kunststoffe, Kunstfasern je Standort	h/a
VGR(J)	Verhältnis Arbeiter-Angestellte im Industriezweig Chemische Grundstoffe je Standort	
VK(J)	Verhältnis Arbeiter-Angestellte im Industriezweig Gummi, Kunststoffe, Kunstfasern je Standort	

5.3.6 Die Berechnung des standort- und zeitabhängigen vorläufigen Einnahmenüberschusses

Es kann nun ein Zwischenwert gebildet werden, der alle Einnahmen und Ausgaben des Modellkomplexes, soweit sie für sämtliche Erzeugerstandorte einheitlich erfaßbar sind, enthält. Die Berechnung dieser Hilfsgröße ist notwendig, da sie sowohl als Grundlage der Berechnung des Periodenüberschusses wie auch als Grundlage für die Berechnung der ertragsabhängigen Steuern verwendet werden muß. Für den Fall der konventionellen Energieversorgung des Modellkomplexes gilt:

$$\begin{aligned} \text{VORLER}(J,T) = & \text{EIN}(T) - (\text{GEMAUS}(J,T) + \text{TRAAUS}(J,T) \\ & + \text{MATSTA}(J,T) + \text{OE AUS}(J,T) + \text{ARBAUS}(J,T)) \cdot 10^3 \text{DM/a} \end{aligned}$$

Für den Fall der nuklearen Energieversorgung gilt:

$$\begin{aligned} \text{VORLER}(J,T) = & \text{EIN}(T) - (\text{GEMAUS}(J,T) + \text{TRAAUS}(J,T) \\ & + \text{MATSTA}(J,T) + \text{NUCAUS}(J,T) + \text{ARBAUS}(J,T)) \quad 10^3 \text{ DM/a} \end{aligned}$$

5.4 Die Beeinflussung der Standortwahl durch staatliche Aktivität

Die Beeinflussung der Standortwahl durch staatliche Maßnahmen ist einerseits gegeben durch die Besteuerung der Unternehmen, zum anderen durch Investitionsanreize, die der Staat für den Aufbau und auch für die Erweiterung von Unternehmungen gewährt. Beide Arten der so definierten staatlichen Aktivität wurden im Rechenprogramm erfaßt.

5.4.1 Belastungen durch Steuern auf Vermögen und Ertrag

Die in den Mitgliedsländern der Europäischen Gemeinschaft erhobenen Steuerarten lassen sich nach einer EWG-Veröffentlichung [108, S. 2] in drei Hauptgruppen unterscheiden:

1. Einkommen-, Ertrag- und Vermögensbesitzsteuern
2. Vermögenszuwachs- und -verkehrssteuern
3. Steuern auf die Einkommensverwendung

Da es sich bei dem Modell gemäß den getroffenen Voraussetzungen um eine einmalige Investition ohne Reinvestition der erzielten Periodenüberschüsse handelt, kann eine Berücksichtigung der Steuergruppe 2 entfallen. Ebenso braucht Steuergruppe 3, deren wesentliche Steuer die Mehrwertsteuer ist, nicht betrachtet zu werden. Die Mehrwertsteuer wird auf die Abnehmer der Erzeugnisse überwälzt und stellt daher für das Unternehmen einen durchlaufenden Posten dar. Es verbleibt die Berücksichtigung der Steuergruppe 1:¹⁾ Steuerarten, die als direkte Steuern den Eigenkapitalertragswert des Modellkomplexes am gegebenen Standort beeinflussen. Dabei konnten die Grund- und Gewerbesteuern jedoch nicht erfaßt werden, da vergleichbare Angaben über ihre Bedeutung in den einzelnen Regionen der EWG-Länder nicht existieren. Beide Steuerarten sind

1) Dies geschieht aus Gründen der geringen bisherigen Erfolge der steuerlichen Harmonisierungsbestrebungen innerhalb der EG.

im Vergleich zu den im folgenden betrachteten Steuerarten auch nur von sehr geringem Einfluß auf das Gesamtsteueraufkommen [108, Anhang] und auf die Steuerlast des einzelnen Unternehmens [109, S. 75, 110/. Es kann daher davon ausgegangen werden, daß diese Steuern im Vergleich zu den anderen die Standortqualität nicht wesentlich verändern. Es wurden folgende Steuerarten berücksichtigt:

1. Körperschaftsteuer
2. Gewerbesteuer
3. Vermögensteuer

5.4.2 Investitionsanreize

Investitionsanreize zur Gründung neuer oder zur Erweiterung bestehender Unternehmungen haben sich in den letzten Jahren in vielen Ländern Westeuropas als Mittel regionaler Strukturpolitik durchgesetzt. Foerster [110, S. 1093] hat in einer detaillierten Systematisierung folgende Anreizarten unterschieden:

- Zinsverbilligte Investitionskredite
- Zinszuschüsse zu Investitionskrediten
- Investitionszuschüsse
- Betriebsmittelkredite für neue Produktionsstätten
- Staatsbürgschaften
- Steuervergünstigungen verschiedenster Art, insbesondere Befreiung von Grunderwerbs- oder Stempelsteuern, aber auch Befreiung von Ertragssteuern und Verbrauchssteuern, Abschreibungserleichterungen
- Bereitstellung preisgünstiger ggf. erschließungskostenfreier Grundstücke
- Bereitstellung auf Vorrat gebauter Fabrikgebäude und deren Überlassung zu verbilligten Mieten oder günstigen Abzahlungsbedingungen
- vorübergehende mittel- oder unmittelbare Staatsbeteiligung am Kapital neugegründeter Unternehmen
- Frachtkostenermäßigungen oder -erstattungen
- Übernahme von Verlagerungskosten

- pauschalisierte Zuschüsse zur Anlernung und Ausbildung von Arbeitskräften
- Umzugskosten und Steuerbegünstigungen für zuziehende Fach- und Führungskräfte

Einige dieser "incentives" sind im Programm implizit berücksichtigt. So die Bereitstellung erschließungsfreier Grundstücke, die Befreiung von der Grunderwerbssteuer sowie Frachtkostenermäßigungen im Güterverkehr mit Südtalien. Andere Anreize sind für den vorliegenden Modellfall nicht relevant, so z.B. die Bereitstellung auf Vorrat gebauter Fabrikgebäude oder die Übernahme von Verlagerungskosten. Wieder andere Anreize, z.B. Staatsbürgschaften oder vorübergehende oder dauernde Staatsbeteiligungen am Kapital neugegründeter Unternehmen unterliegen einem zu großen Ermessensspiel der Entscheidungsträger, als daß sie rechnerisch erfaßt werden können. Abschreibungserleichterungen, die als Sondervergünstigungen in bestimmten Gebieten der BRD, in Belgien und Frankreich gewährt werden, schaffen nur einen unbedeutenden Investitionsanreiz [17, S. 275] oder lassen in bestimmten Fällen sogar den Kapitalwert sinken [11, S. 85]. Diese Anreizarten wurden aus methodischen Gründen daher nicht in die Untersuchung einbezogen.

Somit wurde auf eine vollständige Erfassung der möglichen Investitionsanreize verzichtet und nur die wesentlichen und nach den zur Verfügung stehenden Unterlagen vergleichbaren "incentives" bei den Rechnungen berücksichtigt. Diese sind:

- Steuerfreie Investitionsprämien
- Steuerbare Investitionszulagen
- Zinszuschüsse zu Investitionskrediten
- Teilweise Befreiung von Ertrag- und Vermögensteuern
- Prämien für die Schaffung von Arbeitsplätzen

Aufgrund der unterschiedlichen Steuer- und Anreizsysteme in den EWG-Staaten lassen sich die jährlichen Periodenüberschüsse an

den einzelnen Standorten nur nach Ländern getrennt berechnen.

5.5 Die Berechnung der Periodenüberschüsse für Standorte in der BRD

Nach dem Rahmenplan "Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur" [112] und dem Investitionszulagegesetz [113] werden in sogenannten "Aktionsräumen" für arbeitsplatzschaffende Investitionen steuerfreie Investitionsprämien sowie steuerpflichtige Investitionszuschüsse gewährt. Die Art der Förderung ist im einzelnen bei Foerster [110, S. 1105/1106] beschrieben. Die Begrenzung des steuerpflichtigen Investitionszuschusses auf 100 Mio DM wurde nicht berücksichtigt, da diese Grenze erst seit März 1971 eingeführt wurde; das Basisjahr des Modellkomplexes ist 1971. Zinszuschüsse, die im allgemeinen auf Landesebene gewährt werden, üben in der BRD keine zusätzlichen Investitionsanreize aus, da sie gegebenenfalls anstelle des Investitionszuschusses gewährt werden [vgl. z.B. 114, Spalte 3)].

An direkten Steuern sind in der BRD die Gewerbesteuer, die Körperschaftsteuer sowie die Vermögensteuer zu berücksichtigen. Berechnungsgrundlage für die Gewerbesteuer ist der vorläufige Ertrag abzüglich der Abschreibungen und 3 v. H. des Einheits-(Teil)wertes des Modellkomplexes. Hinzu kommt die zu versteuernde Investitionszulage, soweit sie an den dafür vorgesehenen Standorten gewährt wird. Als Steuermeßzahl für die Errechnung der Gewerbeertragsteuer wurden 5 %, als Hebesatz 300 % angenommen. Die Abzugsfähigkeit der Steuer in sich wurde berücksichtigt. Die einheitliche Anwendung dieser Richtziffern für alle Standorte in der BRD erscheint gerechtfertigt, da von denjenigen Gemeinden, die einen geringeren Hebesatz beanspruchen, zum Ausgleich die Lohnsummensteuer berechnet wird. Diese Steuer braucht daher auch nicht gesondert ausgewiesen zu werden. Die Gewerbekapitalsteuer wurde mit der Meßzahl 2 % und dem Hebesatz 300 % auf den Einheitswert des Betriebes unter Hinzurechnung des Fremdkapitals errechnet. Der körperschaftsteuerpflichtige Gewinn wird aus dem vorläufigen Ertrag abzüglich Abschreibungen, Zinsen auf Fremdkapital sowie abzüglich Gewerbesteuer berechnet.

Als Steuersatz werden unter Berücksichtigung der Ergänzungsabgabe sowie der Prämisse der maximalen Ausschüttung 24,55 % vom Körperschaftsteuerpflichtigen Gewinn berechnet. Die Vermögensteuer wurde mit 1 % auf das Reinvermögen angesetzt.

Als Periodenüberschuß wird mithin für den Fall der nuklearen Energieversorgung ausgewiesen (vgl. die entsprechende Darstellung des konventionellen Falles im Anhang IV):

$$\begin{aligned} \text{DCF(J,T)} &= \text{VORLER(J,T)} \\ &- (\text{ZFKD} + \text{GEWSTD} + \text{KSTD} + \text{VSTD} + \text{TILB}) \\ &+ \text{ZULAST} + \text{PRAINV} \end{aligned} \quad 10^3 \text{DM/a}$$

$$\text{ZFKD} = 0,08 \cdot \text{FKT}$$

$$\begin{aligned} \text{GEWSTD} &= \frac{0,05 \cdot 3}{1 + 0,05 \cdot 3} \cdot (\text{VORLER(J,T)} - \text{AFAD}) \\ &+ 0,002 \cdot 3 \cdot (\text{AVTC} + \text{AVTN}) \end{aligned} \quad 10^3 \text{DM/a}$$

$$\begin{aligned} \text{KSTD} &= 0,2455 \cdot (\text{VORLER(J,T)} - \text{AFAD} - \text{GEWSTD} - \text{ZFKD} \\ &+ \text{ZULAST}) \end{aligned} \quad 10^3 \text{DM/a}$$

$$\text{VSTD} = 0,01 \cdot (\text{AVTC} + \text{AVTN} + \text{GUVN} - \text{FKT}) \quad 10^3 \text{DM/a}$$

DCF(J,T)	Periodenüberschuß je Standort und Rechnungsperiode
GEWSTD	Gewerbesteuer
KSTD	Körperschaftsteuer
VSTD	Vermögensteuer
ZULAST	zu versteuernder Investitionszuschuß
PRAINV	steuerfreie Investitionsprämie
FKT	Fremdkapital der jeweiligen Rechnungsperiode
ZFKD	Zinsen für Fremdkapital
TILB	Tilgung des Fremdkapitals der jeweiligen Rechnungsperiode
AVTC	Anlagevermögen der Chemieanlagen der jeweiligen Rechnungsperiode
AVTN	nukleares Anlagevermögen der jeweiligen Rechnungsperiode
GUVN	gesamtes Umlaufvermögen

5.6. Die Berechnung der Periodenüberschüsse für Standorte in den Niederlanden

In den Förderungsgebieten der Niederlande werden eine 25 %ige Investitionsprämie auf das Anlagevermögen sowie eine 3 %ige Zinssubvention auf das Fremdkapital für den Aufbau industrieller Produktionsbetriebe gewährt [115, S. 26-28]. Die Investitionsprämie ist zwar steuerfrei, mindert jedoch die Abschreibungssumme [110, S. 1126].

Als direkte Steuer ist von juristischen Personen lediglich die Körperschaftsteuer mit einem Steuersatz von 46 % auf den körperschaftsteuerpflichtigen Gewinn zu entrichten. Eine Gewerbesteuer ist in den Niederlanden unbekannt. Vermögensteuer wird nur von natürlichen Personen erhoben [116, S. 3, 22]. Bei der Berechnung des körperschaftsteuerpflichtigen Gewinns können, ähnlich wie in der BRD, die normalen steuerlichen Absetzungen vom betrieblichen Gewinn geltend gemacht werden [117, S. 41, 42]. Die Periodenüberschüsse für Standorte in den Niederlanden können danach wie folgt berechnet werden (Darstellung mit nuklearer Energieversorgung):

$$\begin{aligned} \text{DCF}(J,T) &= \text{VORLER}(J,T) - (\text{ZFKNL} + \text{KSTNL} + \text{TILB}) \\ &\quad + \text{ZUZINS}(J) \cdot \text{FKT} + \text{PRAINV} \end{aligned} \quad 10^3 \text{ DM/a}$$

$$\text{ZFKNL} = (0,08 - \text{ZUZINS}(J)) \cdot \text{FKT}$$

$$\text{KSTNL} = 0,46 \cdot (\text{VORLER}(J,T) - \text{AFANL} - \text{ZFKNL})$$

$$\text{AFANL} = \text{AFAC} + \text{AFAN} - \text{INZULA}(J) \cdot \text{GAVN} / 20$$

ZFKNL Zinsen für Fremdkapital je Standort und
Rechnungsperiode

KSTNL Körperschaftsteuer je Standort und
Rechnungsperiode

ZUZINS Rate des Zinszuschusses je Standort und
Rechnungsperiode

AFANL Abschreibungen je Standort und Rechnungsperiode

INZULA Rate der steuerfreien Investitionszulage

GAVN Gesamte Anlagevermögen

AFAC Abschreibungen für Chemieanlagen

AFAN Abschreibungen für nukleare Energieversorgung

5.7 Die Berechnung der Periodenüberschüsse für Standorte in Belgien

In Belgien werden in den Entwicklungsgebieten, Zone I und Zone II [118, S. 8] Zinsverbilligungen oder bei mindestens 50 %iger Eigenfinanzierung gleichwertige Investitionszuschüsse gewährt [119, Art. 11, 12].

Bei der im Modellbeispiel gewählten Finanzierung entsprechen die Zinszuschüsse einem 15 %igen Investitionszuschuß, der von der Körperschaftsteuer befreit ist, aber das Abschreibungsvolumen entsprechend vermindert [110, S. 1119]. Ferner wird in den Entwicklungsgebieten eine 5jährige Befreiung von der Steuer auf das Anlagevermögen gewährt [119, Art. 16].

Von den hier zu berücksichtigenden direkten Steuern werden in Belgien die Körperschaftsteuer sowie die Steuer auf das Anlagevermögen (Immobilienvorabzug) erhoben. Der sogenannte Mobilienvorabzug, eine der deutschen Kapitalertragsteuer vergleichbare Steuer, die ebenfalls bei Kapitalgesellschaften im Quellenabzugverfahren einbehalten wird, wird hier aus systematischen Gründen (vgl. 5.4.1) nicht berücksichtigt.

Der Körperschaftsteuersatz beträgt unter Berücksichtigung der Steuerzuschläge bei Gewinnen über 3 Mio FB 34,8 % des körperschaftsteuerpflichtigen Gewinns [120, S. 12]. Der körperschaftsteuerpflichtige Gewinn wird unter Berücksichtigung der Abzüge für Abschreibungen sowie Zinsen auf Fremdkapital berechnet. Die Steuer auf das Anlagevermögen, die einer Besteuerung des betrieblichen Vermögens gleichzusetzen ist, wird in einer etwas komplizierten Rechnung mit 30,96 % auf das Katastereinkommen des Anlagevermögens veranschlagt [121, S. 7-9].

Die Periodenüberschüsse für Standorte in Belgien können nun wie folgt ausgewiesen werden:

$$DCF(J,T) = VORLER(J,T) - (ZFKB + KSTB + STAV + TILB) + PRAINV \quad 10^3 \text{ DM/a}$$

$$ZFKB = 0,08 \cdot FKT$$

$$KSTB = 0,348 \cdot (VORLER(J,T) - AFAB - ZFKB)$$

$$STAV = 0,3 \cdot 0,04 \cdot 0,3096 \cdot (AVTC + AVTN)$$

ZFKB Zinsen für Fremdkapital in Belgien

KSTB Körperschaftsteuer

STAV Steuer auf Anlagevermögen

5.8 Die Berechnung der Periodenüberschüsse für den Standort Luxemburg

Nach dem Gesetz Nr. 54 vom 12.8.67 [122, Kap. II, IV, V] können zur Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur an staatlichen Anreizmaßnahmen Zinszuschüsse, Kapitalsubventionen und Steuererleichterungen gewährt werden. Die Kapitalzuschüsse sind auf 15 % der Gesamtinvestition (Anlage- und Umlaufvermögen) begrenzt. Während der ersten acht Jahre nach Betriebsaufnahme können außerdem 25 % des körperschaft- und gewerbesteuerpflichtigen Gewinns von der Besteuerung befreit werden.

An direkten Steuern werden erhoben: Gewerbe-(Gemeinde)steuer, Körperschaftsteuer sowie Vermögensteuer. Die Besteuerungsgrundlagen der Gewerbebesteuer, Gewerbeertrag und Gewerbekapital, werden ähnlich wie in der BRD ermittelt. Sie werden zu Steuermeßbeträgen zusammengefaßt und mit dem von der Gemeindeverwaltung festgelegten Hebesatz (i.allg. 250 %) multipliziert. In einer Veröffentlichung des luxemburgischen Wirtschaftsministeriums [123, S. 20] ist eine Formel zur Errechnung der Gewerbebesteuer angegeben, die im Rechenprogramm verwendet wird. Der körperschaftsteuerpflichtige Gewinn wird berechnet aus dem vorläufigen Ertrag abzüglich Abschreibungen, Zinsen auf langfristiges Fremdkapital und Gewerbebesteuer. Der Steuersatz ist gestaffelt, er liegt bei 40 % für alle körperschaftsteuerpflichtigen Gewinne über LF 1312000 [123, S. 19]. Die nicht abzugsfähige Vermögensteuer beträgt 5 % des Reinvermögens [108, I, 5a].

Die für den Standort in Luxemburg erzielbaren Periodenüberschüsse lassen sich danach so berechnen:

$$\text{DCF}(34, T) = \text{VORLER}(34, T) - (\text{ZFKL} + \text{GEWSTL} + \text{KSTL} + \text{VSTL} + \text{TILB}) + \text{PRAINV} \quad 10^3 \text{ DM/a}$$

$$\begin{aligned} \text{ZFKL} &= 0,08 \cdot \text{FKT} \\ \text{GEWSTL} &= (0,05 \cdot \text{GEKAL} + \text{GEWERL} - 7,3) / 11 \\ \text{KSTL} &= 0,4 \cdot (\text{GVSTL} - 96) + 38,4 \\ \text{VSTL} &= 0,005 \cdot (\text{AVTC} + \text{AVTN} + \text{GUVN} - \text{FKT}) \\ \text{GVSTL} &= \text{VORLER}(J, T) - \text{ZFKL} - \text{AFAL} - \text{GEWSTL} \\ &\quad - \text{ ohne Berücksichtigung von Steuerbefreiungen -} \end{aligned}$$

GEWSTL	Gewerbesteuer
KSTL	Körperschaftsteuer
VSTL	Vermögenssteuer
GVSTL	Körperschaftsteuerpflichtiger Gewinn

5.9 Die Berechnung der Periodenüberschüsse für Standorte in Frankreich

Die Förderungsgebiete in Frankreich sind in 4 Zonen unterteilt mit Schwerpunkten auf einzelnen Städten und Gemeinden [247]. Die Unterstützungsmaßnahmen lassen sich untergliedern in steuerbare Investitionsprämien zur industriellen Entwicklung (Zone I), in steuerbare Investitionsprämien zur industriellen Umstellung bzw. Anpassung (Zone II) sowie in Prämien für die Schaffung zusätzlicher Arbeitsplätze (Zone I und Zone II). Außerdem kann ein Investor in den Zonen I-IV eine 5jährige Befreiung von der Gewerbesteuer erhalten. Die Gewährung von Arbeitsplatzprämien erfolgt alternativ zur Investitionsprämie, wenn die Prämie 13000 NF pro geschaffenem Arbeitsplatz überschreitet. Allerdings gibt es hiervon Ausnahmen: Für Vorhaben, die mit einem Investitionsaufwand von mehr als 10 Mio NF errichtet werden, können Investitionsprämienansätze bis zu 12 % der Anlagensumme gewährt werden.

Das französische Steuersystem kennt als wesentliche Steuern der oben definierten Klasse I die Körperschaftsteuer, eine der Gewerbesteuer ähnliche Patentsteuer sowie die Lehrlingsabgabe [108, I2A-I4C]. Die letzte Abgabe braucht allerdings hier nicht berücksichtigt zu werden, da sie nach der Definition der EWG-Sozialstatistik in den Arbeitskosten enthalten ist [40, S. 10]. Außerdem wird statt der pauschalen Lohnabgabe seit 1967 von jedem Unternehmen, das mehr als 100 Arbeitnehmer beschäftigt, eine gesetzliche Beteiligung der Arbeitnehmer am Unternehmensgewinn verlangt [124, S. 12]. Da diese Gewinnbeteiligung eine jährliche Ausgabe darstellt - sofern Gewinne anfallen -, muß sie in die Berechnung des Periodenüberschusses eingehen.

Der körperschaftsteuerpflichtige Gewinn entspricht dem buchmäßigen Reingewinn [125, S. 15] oder nach einer Definition des Art. 38 des allgemeinen französischen Steuergesetzes der "Differenz zwischen dem zu Beginn und am Schluß des Geschäftsjahres ausgewiesenen Nettobetrag der Aktiva....". Für den hier vorliegenden Modellfall bedeutet diese Definition, daß als körperschaftsteuerpflichtiger Gewinn alle in den Perioden erzielbaren Einnahmen abzüglich aller absetzbaren betrieblichen Ausgaben sowie der "Gewerbesteuer" und des Investivlohnes erfaßt werden (vgl. dazu im einzelnen [124, S. 8/9]. Eine steuerliche Berücksichtigung der "Mehrwerte" ist nicht nötig, da das Modell ohne Reinvestition konzipiert wurde und Veräußerungen während der Investitionsperioden nicht anfallen. Der Körperschaftsteuersatz beträgt 50 %.

Die Bemessungsgrundlage der Gewerbesteuer setzt sich aus einem festen und aus einem proportionalen Teilbetrag zusammen; die Teilbeträge wiederum errechnen sich aus einem Tarif, der eine Nomenklatur der Berufe darstellt; sie wird von einer staatlichen Kommission laufend auf den neuesten Stand gebracht. Allgemein kann davon ausgegangen werden, daß die "Gewerbesteuer" 4,5 % des Jahresumsatzes ausmacht [124, S. 22/23].

Die Grundlage zur Berechnung des Investivlohnes ist der "verfügbare" Gewinn, d.h. der Gewinn nach Abzug der Körperschaftsteuer und nach einem 5 %igen Abzug für die Verzinsung des eingesetz-

ten Kapitals. Der Investivlohn selbst wird dann mit einem Quotienten Lohnzahlungen/Erlös auf diesen verfügbaren Gewinn erhoben.

Die Periodenüberschüsse für Standorte in Frankreich lassen sich damit so berechnen:

$$\begin{aligned} \text{DCF}(J,T) &= \text{VORLER}(J,T) - (\text{ZFKT} + \text{GEWSTF} + \text{KSTF} + \text{INVLO} \\ &\quad + \text{TILB}) + \text{APLAZU} + \text{ZULAST} \quad 10^3 \text{ DM/a} \\ \text{ZFKF} &= 0,08 \cdot \text{FKT} \\ \text{GEWST} &= 0,0045 \cdot \text{EIN} \\ \text{KSTF} &= 0,5 \cdot \text{GVSTF} \\ \text{GVSTF} &= \text{VORLER}(J,T) - (\text{AFAF} + \text{ZFKF} + \text{INVLO} + \text{GVSTF}) \\ \text{INVLO} &= \text{GVSTF} \cdot / (1 - 0,5) = 0,05 \cdot \text{EK} / \cdot 0,5 \cdot \text{LS} / \text{EIN} \end{aligned}$$

ZFKF	Zinsen für Fremdkapital
GEWSTF	Gewerbesteuer
KSTF	Körperschaftsteuer
INVLO	Investivlohn
LS	Lohnsumme

5.10 Berechnung der Periodenüberschüsse für Standorte in Italien

Der Schwerpunkt des komplizierten Systems der Förderungsmaßnahmen für Industrieansiedlungen in Italien liegt in den Förderungsgebieten Süditalien, Sizilien und Sardinien (Mezzogiorno) [126, S. 23]. Nach den Kriterien:

1. Standort innerhalb/außerhalb von Industrieagglomerationen
2. Industriesektor
3. Höhe der Gesamtinvestition

können gestaffelte Investitionszuschüsse auf die Summe des investierten Anlagevermögens gewährt werden. Bei integrierten Industriekomplexen mit einer Investitionssumme über 19,2 Mio US-\$ in Agglomerationskernen kann die Prämie 12 % des gesamten Anlagevermögens erreichen [127, S. 76, 78]. Zusätzlich können

(von Spezial-Kreditinstituten) Kredite mit einer maximalen Laufzeit von 15 Jahren und Zinssätzen zwischen 5 und 6 % erlangt werden [127, S. 80]. Die Höhe des Zinssatzes hängt von der Priorität ab, mit der ein interministerieller Ausschuß (CIPE) das Projekt am gewählten Standort beurteilt. Bei Erfüllung der Kriterien (1), (2) und (3) wurde im Programm der niedrigere Zinssatz berücksichtigt, bei Wegfall des Kriteriums (1) der höhere Zinssatz. Außerdem wird allen Industrieunternehmen, die sich im Mezzogiorno ansiedeln, eine 10jährige Befreiung von der Einkommensteuer, Gruppe B (Körperschaftsteuer) gewährt [128, S. 39].

An direkten Steuern wurden 1970 die "Imposta di Ricchezza Mobile" (Einkommensteuer) sowie die "Imposta sulle Società" (Körperschaftsteuer) erhoben. Die "Imposta di Ricchezza" erfaßt in der Gruppe B die Erträge aus Arbeit und Kapital für Kapitalgesellschaften und natürliche Personen. Bemessungsgrundlage ist das steuerpflichtige Einkommen, von dem alle betriebsbedingten Kosten abgesetzt werden können. Der Steuersatz ist nach der Höhe des betrieblichen Gewinns gestaffelt. Für Gewinne über 100 Mio Lire beträgt er unter Berücksichtigung der von den Provinzen und Gemeinden erhobenen Zuschläge 37,8 % [127, S. 68]. Die noch im Jahre 1970 erhobene "Imposta sulle Società" ist eine zusammengesetzte Steuer, die mit 0,825 % auf das steuerpflichtige Kapital und mit 16,5 % auf Einkommen von mehr als 6 % dieses steuerpflichtigen Kapitals erhoben wird [128, S. 25]. Von dieser Steuer ist die Einkommenssteuer absetzbar.

Mit der im Herbst 1971 verabschiedeten und am 1. Januar 1973 in Kraft getretenen Steuerreform wurden sowohl die Einkommensteuer als auch die Körperschaftsteuer im alten Sinne abgeschafft. An ihre Stelle traten eine Steuer auf das Einkommen juristischer Personen mit einem Steuersatz von 25 % auf das betriebliche Gesamteinkommen sowie eine örtliche, der Gewerbesteuer ähnliche Einkommensteuer, deren Steuersätze je nach der Forderung der Gemeinden zwischen 8,9 und 14,2 % auf das steuerpflichtige Einkommen betragen. Im Programm wurde mit einem Steuersatz von 14,2 % gerechnet.

Eine Vermögensteuer wird, ebenso wie in Frankreich, nicht erhoben. Die Periodenüberschüsse müssen für die Zeit 1970 bis 1972 und ab 1973 gesondert berechnet werden:

$$\text{DCF}(J, T = 1, 2) = \text{VORLER}(J, T = 1, 3) - (\text{ESTI} + \text{KSTI} + \text{ZFKI} + \text{TILB}) + \text{ZUZINS}(J) \cdot \text{FKT} + \text{ZULAST} \quad 10^3 \text{ DM/a}$$

$$\text{DCF}(J, T = 4, 15) = \text{VORLER}(J, T = 4, 15) - (\text{ESTI} + \text{GEWSTI} + \text{ZFKI} + \text{TILB}) + \text{ZUZINS}(J) \cdot \text{FKT} \quad 10^3 \text{ DM/a}$$

ESTI Einkommensteuer
KSTI Körperschaftsteuer
GEWSTI örtliche Einkommensteuer

Zur näheren Bestimmung der einzelnen Steuerarten vgl. Anhang IV.¹⁾

Der Eigenkapitalertragswert jedes Standortes kann nun aus den definierten Einflußgrößen des mehrperiodischen Investitionsmodells berechnet werden.

Hiermit sind der Lösungsansatz und die in ihm enthaltenen Prämissen vollständig beschrieben. Die Ergebnisse verschiedener Modellrechnungen werden im folgenden Kapitel aufgezeichnet und näher erläutert.

1) Vgl. Anmerkung S.122

6. ERGEBNISSE UND DISKUSSION DER MODELLRECHNUNGEN

6.1 Ergebnisse des Vergleichs statischer Herstellkosten

6.1.1 Die Höhe einzelner Kostenarten des Chemiekomplexes und deren Berechnungsgrundlagen

Aus demjenigen Teil des Rechenprogramms, in dem die Herstellkosten des einzelnen Verfahrens sowie die Jahreskosten des gesamten Komplexes unter den gegebenen Bedingungen des Jahres 1973¹⁾ in der BRD berechnet wurden (vgl. 5.1), lassen sich Aussagen treffen über die prozentualen Anteile der einzelnen Kostenarten an den gesamten betrieblichen (Herstell-)Kosten. Damit kann ein Überblick gegeben werden über die Bedeutung der Kostenarten für jedes Verfahren - insbesondere über die Bedeutung der Energiekosten für diesen Industriekomplex. Vgl. hierzu Tabelle 18 auf Seite 136

Die Tabelle zeigt in ihrem oberen Teil die Anteile der Kostenarten an den Herstellkosten der im Chemiekomplex berücksichtigten 34 Verfahren. Die Spalten 2 bis 4, 6 und 7 enthalten die Prozentsätze der unter 5.1.3 zusammengefaßten Kostenarten: arbeitsabhängige-, materialabhängige-, energieabhängige- und kapitalabhängige Kosten und Kostensteuern. Hinzugefügt wurden in Spalte 5 (in Klammern) die beim Einsatz des HTR substituierbaren bewerteten Energieverbrauchsanteile sowie in Spalte 8 die sog. kumulierten Energiekosten.

Es fällt auf, daß die materialabhängigen Kosten (Spalte 3) einen außerordentlich hohen Anteil an den Herstellkosten je Verfahren erreichen (Cyclohexan: ca. 95 %). Dies weist auf die Materialintensität dieser gängigen Verfahren der Großchemie hin. Die dargestellten Prozentsätze ergeben sich jedoch auch aus der angewandten Bewertungsmethode (vgl. 5.1.1.2). Jedes Verfahren wurde als singuläre Kostenstelle angesehen; die Materialeinsatzmengen wurden zu (Verrechnungs-)Preisen bewertet, so daß die angegebenen Prozentsätze unter den gegebenen Eingangsparametern auch losgelöst vom Modellkomplex gültig sind.

1) Es handelt sich also um eine rein statische Rechnung.

OKW-CHEMIEKOMPLEX						
	STROM	HD-PD	ND-PD	HT-HE		
	DM/KWH	DM/T	DM/T	DM/GCAL		
	0.0471	9.4700	6.8300	16.5900		
ANTEILE DER KOSTENARTEN AN DEN HERSTELLKOSTEN NACH VERFAHREN (V.H.)						
VERF	KOARB	KOMAT	KCEN	(SUBEK)	KCKAP	KOST
1	1.43	55.22	23.69	(20.34)	18.84	0.82
2	1.14	88.03	4.16	(3.83)	6.38	0.30
3	2.65	72.64	9.64	(9.15)	14.41	0.63
4	0.00	73.65	25.37	(24.02)	6.94	0.04
5	1.25	83.84	8.08	(6.95)	6.54	0.30
6	4.75	54.59	-7.20	(2.60)	7.55	0.32
7	6.36	34.23	35.99	(35.76)	22.52	0.89
8	6.18	38.31	23.38	(13.48)	30.79	1.33
9	18.05	50.70	11.70	(9.04)	18.74	0.81
10	12.68	30.45	8.94	(8.65)	45.84	2.09
11	6.76	52.27	14.64	(9.35)	25.24	1.09
12	5.22	32.03	26.30	(14.90)	31.10	1.35
13	20.70	44.94	10.32	(8.54)	23.02	1.02
14	15.19	60.60	6.05	(3.72)	13.59	0.56
15	12.89	44.09	7.14	(6.22)	24.46	1.42
16	13.53	34.50	12.34	(6.22)	38.06	1.57
17	2.96	54.25	13.79	(13.36)	27.75	1.25
18	7.01	44.31	18.58	(10.95)	28.98	1.12
19	7.16	35.78	12.92	(4.82)	41.90	1.64
20	1.70	84.02	5.72	(4.16)	8.15	0.37
21	2.98	64.73	8.34	(7.02)	22.98	0.92
22	4.57	82.49	1.95	(1.62)	10.50	0.49
23	4.35	13.86	46.34	(45.10)	33.84	1.59
24	3.42	63.99	21.68	(4.91)	10.47	0.45
25	2.71	81.17	5.02	(4.00)	10.64	0.45
26	3.30	51.77	25.45	(21.31)	18.66	0.83
27	5.50	80.40	6.48	(1.98)	3.47	0.14
28	1.07	94.89	-0.56	(0.00)	4.40	0.19
29	17.77	40.52	11.13	(6.21)	29.45	1.13
30	4.43	35.95	14.61	(10.26)	43.39	1.62
31	7.27	55.25	19.84	(17.44)	16.94	0.70
32	7.83	83.51	2.01	(0.81)	6.35	0.31
33	9.35	44.43	15.27	(9.73)	25.74	1.21
34	7.92	85.70	3.14	(1.59)	3.08	0.17
DURCHSCHNITTSAnteile der Kostenarten an den Herstellkosten nach Produktionszweigen (V.H.)						
GRPR	2.01	45.62	31.15	(27.58)	20.33	0.89
ZWPR	7.86	42.21	23.13	(17.01)	25.65	1.11
KALT	16.85	52.32	7.46	(4.70)	22.45	0.53
POLY	3.95	66.71	9.17	(7.12)	19.34	0.82
KOND	7.89	73.79	6.26	(3.20)	11.68	0.47
DURCHSCHNITTSAnteile der Kostenarten an den Gesamtjahreskosten des Industriekomplexes (V.H.)						
SUMM	10.21	26.28	28.40	(22.15)	33.67	1.44
ABS.ENERGIEKOSTEN 0.30151E C6 TCM/A						

HTR-CHEMIEKOMPLEX						
	STROM	HD-PC	ND-PD	HT-HE		
	DM/KWH	DM/T	DM/T	DM/GCAL		
	0.0378	7.3700	5.2900	4.6300		
ANTEILE DER KOSTENARTEN AN DEN HERSTELLKOSTEN NACH VERFAHREN (V.H.)						
VERF	KOARB	KOMAT	KCEN	(SUBEK)	KCKAF	KOST
1	1.56	60.26	16.73	(13.08)	20.55	0.89
2	1.15	88.72	3.41	(3.08)	6.43	0.30
3	2.74	74.12	7.80	(7.29)	14.70	0.64
4	0.00	77.72	21.24	(19.81)	0.99	0.04
5	1.27	85.14	6.66	(5.51)	6.64	0.30
6	4.77	95.11	-7.79	(2.06)	7.59	0.32
7	6.84	36.85	31.10	(30.85)	24.24	0.96
8	6.37	39.47	21.06	(10.66)	31.73	1.37
9	18.42	51.73	9.90	(7.19)	15.12	0.83
10	12.90	30.98	7.34	(7.04)	46.65	2.13
11	6.89	53.31	12.94	(7.54)	25.74	1.12
12	5.52	33.07	23.90	(12.12)	32.12	1.39
13	21.09	45.79	8.62	(6.82)	23.46	1.04
14	19.35	61.09	5.29	(2.54)	12.70	0.57
15	13.07	44.68	5.88	(4.95)	34.92	1.44
16	13.72	34.96	11.16	(4.56)	38.57	1.59
17	3.04	55.72	11.46	(11.02)	28.50	1.28
18	7.18	45.38	16.60	(8.79)	29.69	1.15
19	7.84	36.15	32.02	(3.84)	42.34	1.66
20	1.71	84.81	4.83	(3.26)	8.27	0.38
21	3.02	65.80	6.90	(5.56)	23.34	0.94
22	4.58	82.79	1.59	(1.45)	10.54	0.49
23	4.78	15.22	41.10	(39.73)	37.17	1.74
24	3.45	64.66	20.86	(3.51)	10.58	0.46
25	2.74	81.87	4.21	(3.18)	10.73	0.45
26	3.46	54.33	21.75	(17.41)	19.58	0.87
27	9.54	80.73	5.09	(1.58)	3.49	0.14
28	1.07	94.70	-0.35	(0.00)	4.39	0.19
29	18.02	41.09	9.88	(4.89)	29.86	1.14
30	4.54	36.79	12.60	(8.15)	44.41	1.66
31	7.53	57.27	16.92	(14.44)	17.55	0.72
32	7.84	83.65	1.84	(0.64)	6.36	0.31
33	9.55	45.40	13.42	(7.77)	30.39	1.24
34	7.94	85.99	2.81	(1.25)	3.09	0.17
DURCHSCHNITTSAnteile der Kostenarten an den Herstellkosten nach Produktionszweigen (V.H.)						
GRPR	2.22	50.27	24.13	(20.20)	22.40	0.98
ZWPR	8.14	43.75	20.33	(13.97)	26.62	1.15
KALT	17.02	52.85	6.52	(3.73)	22.67	0.94
POLY	4.01	67.70	7.82	(5.74)	19.63	0.84
KOND	7.86	74.31	5.59	(2.52)	11.77	0.47
DURCHSCHNITTSAnteile der Kostenarten an den Gesamtjahreskosten des Industriekomplexes (V.H.)						
SUMM	10.63	27.88	24.04	(17.41)	35.72	1.53
ABS.ENERGIEKOSTEN 0.24063E C6 TCM/A						

Tabelle 18: Herstellkostenanteile der Verfahren des Chemiekomplexes

Aus der Tabelle geht weiterhin hervor, daß der Einsatz nuklearer Kraftwerke in Komplexen der Großchemie nicht deren gesamten Energiebedarf abdecken kann (vgl. auch 3.3). Während in Spalte 4 alle von den einzelnen Verfahren benötigten Energiearten zu den gesamten Herstellkosten ins Verhältnis gesetzt wurden, zeigt Spalte 5 den Anteil der durch nukleare Energie substituierbaren Energiearten Strom, HD-PD, ND-PD, HT-Wärme. Die Bewertungen dieser Energiearten, aus denen sich die Kostenanteile ergeben, lassen sich aus dem Kopfteil der Tabelle ablesen. Auf eine Besonderheit ist bei den Verfahren 6 (Toluol-Dealkylation) und 28 (Cyclohexan) hinzuweisen. Diese Verfahren generieren mehr Dampf als sie verbrauchen, da die chemischen Reaktionen exotherm verlaufen. Trotzdem ist Zufuhr von Energie anderer Zustände notwendig, die im Falle des Verfahrens 6 substituierbar ist.

Im Vergleich zu den Kostenarten der Spalten 3, 4 und 5 haben die arbeitsabhängigen Kosten sowie die Kostensteuern nur untergeordnete Bedeutung.

In Spalte 8 der Tabelle erfolgt der Übergang von einer verfahrensbezogenen Aufteilung der Kostenarten zu einer komplexbezogenen Bewertung und Aufschlüsselung. Da die meisten Produkte des Verfahrens 1 (Steam Cracking) - vgl. Abb. 15 - als Rohstoffe in die Folgeverfahren eingehen, enthalten diese Eingangsgrößen einen bestimmten Energie- (Material-, Kapital- usw.) Kostenanteil, der in den Folgestufen als solcher nicht auftritt. Die verdeckten Energiekosten, die in den Folgestufen als materialabhängige Kosten erscheinen, wurden im Programm ebenfalls berechnet und als kumulierte Energiekosten in Spalte 8 ausgewiesen. Ein Vergleich dieser Spalte mit Spalte 4 zeigt, daß dieser durch den Energieverbrauch in den Vorstufen hervorgerufene kumulierte Energieaufwand, der in das einzelne Verfahren tatsächlich eingeht, deutlich über den nach den bekannten Schemata errechneten Energiekostenanteilen liegt.

Der untere Teil der Tabelle zeigt zunächst die Durchschnittsanteile der einzelnen Kostenarten an den Gesamtjahreskosten der 4 Komplexbereiche. Diese vier Bereiche wurden hier als sich be-

liefernde selbständige Kostenstellen aufgefaßt, so daß die Ergebnisse der Berechnungen Mittelwerte darstellen, die eine Aussage liefern über die Belastung des einzelnen Bereichs (der Kostenstelle) mit den zusammengefaßten Kostenarten. Bei Lieferungen zwischen den Bereichen wurden die Materialeingangsmengen zu Marktpreisen bewertet und verrechnet. Hieraus resultieren die hohen Anteile der materialabhängigen Kostenarten, besonders in den 3 Endstufen, die sich deutlich von den fünf anderen Kostenarten abheben. Das Ergebnis mag überraschen: Obwohl in den Zwischenbereichen keinerlei Ausgaben anfallen, entsteht betriebswirtschaftlich gesehen in jedem Bereich ein leistungsbedingter Werteverzehr durch den Einsatz des zur Produktion eines Gutes notwendigen Rohstoffs. Dieser muß ökonomisch sinnvoll nach dem Kriterium der zweitbesten Alternative, d.h. hier zu Marktpreisen bewertet werden. Denn, fällt das Vorprodukt aus technischen Gründen aus, so muß Ersatz durch den Kauf des Rohstoffs am Markt beschafft werden. Eine derartige Bewertung berücksichtigt daher das Produktionsrisiko des Zulieferbereichs.

Die letzte Zeile der Tabelle zeigt die Anteile, die die beschriebenen Kostenarten an den tatsächlichen Jahreskosten des Industriekomplexes haben. In dieser Berechnung wurden alle zwischenbetrieblichen Kostenverrechnungen weggelassen und nur diejenigen Kosten berücksichtigt, die durch den Faktorinput und durch die Steuergesetzgebung im betrieblichen Leistungsbereich des Industriekomplexes entstehen. Es zeigt sich, daß für diesen Komplex der chemischen Industrie die kapitalabhängigen Kosten mit ca. 34% der Jahreskosten die wesentlichste Einflußgröße der Wirtschaftlichkeit darstellen, gefolgt von material- (ca. 30%) und energieabhängigen (ca. 26%) Kosten.

6.1.2 Der Einfluß von Energie- und Baupreissteigerungen auf die Herstellkosten des Chemiekomplexes

Es ist von Interesse aufzuzeigen, wie sich diese Prozentsätze verschieben, wenn die Randbedingungen der Energieerzeugung verändert werden. In einer Parameterstudie wurden Fälle konventio-

neller und nuklearer Energieerzeugung durchgerechnet unter der Annahme 20-100 %iger Preissteigerung der Anlageinvestition HTR oder OKW. In den Fällen der konventionellen Energieerzeugung wurden gleichzeitig der Heizölpreis zwischen 100 DM/t und 200 DM/t sowie der Uranpreis zwischen 6 und 12 \$/lb variiert. Das Ergebnis der Rechnungen zeigt Abb. 19.

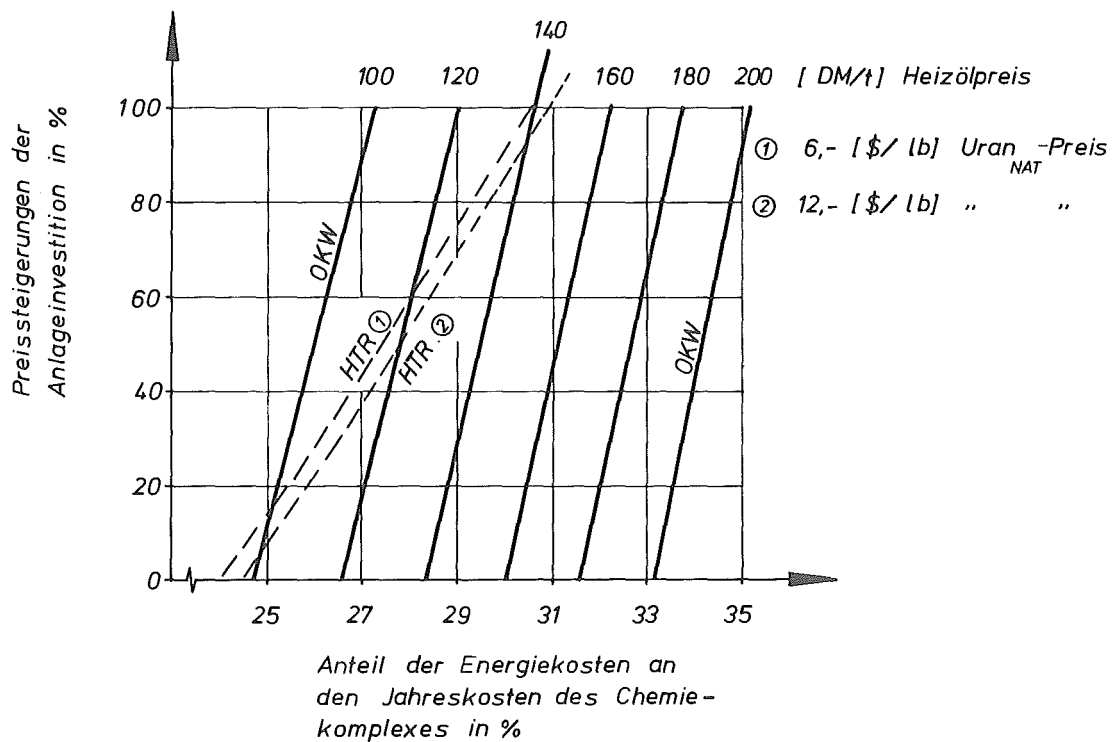


Abb. 19: Parameterstudie über den Einfluß der Energiekosten auf die Jahreskosten des Chemiekomplexes bei Energie- und Baupreissteigerungen

Verteuert sich die HTR-Anlageinvestition aufgrund ihrer Kapitalintensität, so verursacht dies - ceteris paribus - einen vergleichsweise höheren Energiekostenanteil als eine entsprechende Steigerung der Anlageinvestition OKW. Dieser auch schon beim isolierten Kraftwerksvergleich zu Tage getretene Vorteil der Energieversorgung auf der Basis Heizöl kann jedoch überkompensiert werden, falls neben den aufgrund von Lohnerhöhungen sehr wahrscheinlichen Baupreissteigerungen der Anlageinvestition der Heizölpreis gleichzeitig steigt. Ist die nukleare Energieversorgung des Chemiekomplexes, hauptsächlich wegen der kostengünstigen Bereitstellung von HT-Wärme, bei Unterstellung nicht wirksamer Baupreis- und Heizölpreissteigerungen nur um geringe Prozentbruchteile günstiger, so ergeben sich bei gleichzeitigen Baupreis- und Heizölpreissteigerungen interessante Relationen: Bei einem Heizölpreis von 120 DM/t darf z.B. die Anlageinvestition HTR auf 379,2 Mill DM (um 60 %) steigen, ehe die nukleare Energieversorgung des Chemiekomplexes kostenmäßig ungünstiger wird als die konventionelle. Muß mit einem Heizölpreis von 140 DM/t gerechnet werden, so sind sogar 100 %ige Anlagebaupreissteigerungen der nuklearen Energieversorgung tolerabel. Der Anteil der Energiekosten an den gesamten Jahreskosten beträgt in diesem Fall 32,5 %. Die Kostenart Energie ist damit zur zweitwichtigsten Kosteneinflußgröße des betrieblichen Leistungsereichs dieses Chemiekomplexes geworden.

6.2 Ergebnisse der mehrperiodischen, standortbezogenen Modellrechnungen

6.2.1 Die Bedeutung der nuklearen Energieversorgung für die Eigenkapitalertragswerte des Modellkomplexes an den untersuchten Standorten

Die Berücksichtigung aller im Modell enthaltenen Einflußgrößen führt im Falle konventioneller Energieversorgung zu standortabhängigen Eigenkapitalertragswerten, wie sie die folgende Abb. zeigt:

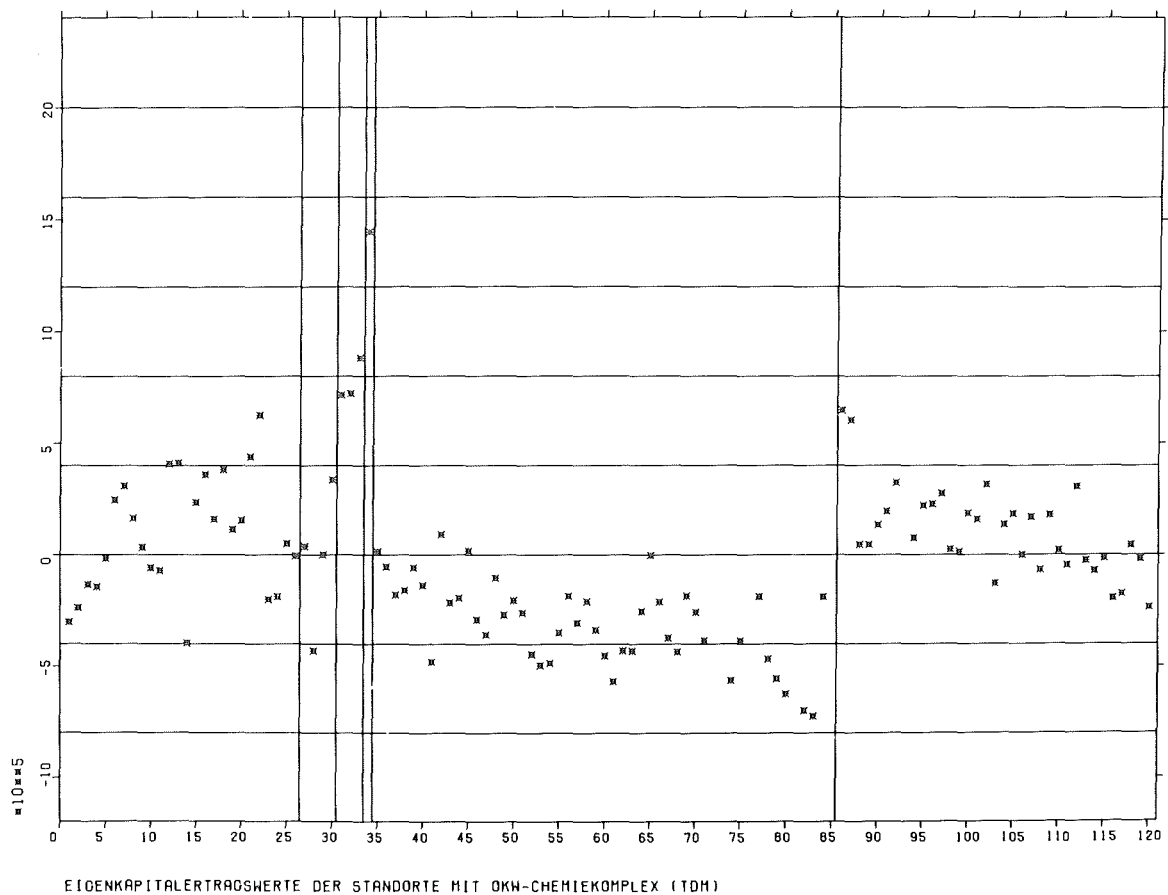


Abb. 20

Auf der Abzisse sind die Standorte in der Reihenfolge der Untersuchung aufgezeichnet (vgl. 3.4.2). Die Ordinate weist diesen Standorten Ertragswerte zu, wie sie unter Zugrundelegung eines Kalkulationszinsfußes von 10 %/a auf das eingesetzte Eigenkapital, einer Heizöl-S-Preissteigerungsrate von 4,5 %/a und den übrigen unter 5.2 bis 5.5.beschriebenen Modelleingangsgrößen erzielt werden. Wirtschaftlich im Sinne des Modells ist eine Investition nur an solchen Standorten, die positive Eigenkapitalertragswerte ausweisen. Dies ist an folgenden Standorten der Fall:

STANDORTRANGFOLGE MIT CELKRAFTWERKEN

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

RANG	STANDORT	NR.	EK-WERT (TCM)
1	SAARBRUECK	(22)	0.6253030E 06
2	LUDWIGSHN	(21)	0.4395130E 06
3	KOELN	(13)	0.4108440E 06
4	HERNE	(12)	0.4070110E 06
5	ALSDORF	(18)	0.3812880E 06
6	FRANKFURT	(16)	0.3604840E 06
7	EMDEN	(7)	0.3082540E 06
8	BREMEN	(6)	0.2461160E 06
9	WUERZBURG	(15)	0.2358230E 06
10	BRAUNSWG	(8)	0.1633820E 06
11	O.-LAHNST	(17)	0.1595750E 06
12	ANSBACH	(20)	0.1546420E 06
13	INGELSTADT	(19)	0.1131660E 06
14	STUTTGART	(25)	0.5038800E 05
15	HANNOVER	(9)	0.3424900E 05

NIEDERLANDE

RANG	STANDORT	NR.	EK-WERT (TCM)
1	GELEEN	(30)	0.3368700E 06
2	GRONINGEN	(27)	0.3795200E 05
3	ROTTERDAM	(29)	0.5680000E 03

BELGIEN

RANG	STANDORT	NR.	EK-WERT (TCM)
1	LUETTICH	(33)	0.8816000E 06
2	CSTENDE	(32)	0.7220890E 06
3	ANTWERPEN	(31)	0.7160820E 06

LUXEMBURG

LUXEMBURG

0.1444515E 07 1)

FRANKREICH

RANG	STANDORT	NR.	EK-WERT (TDM)
1	NANCY	(42)	0.9179600E 05
2	PARIS	(45)	0.1863500E 05
3	LILLE	(35)	0.1460200E 05

ITALIEN

RANG	STANDORT	NR.	EK-WERT (TDM)
1	PORTO TORR	(86)	0.6477450E 06
2	CAGLIARI	(87)	0.6033340E 06
3	MAILAND	(92)	0.3224240E 06
4	PESCARA	(102)	0.3158020E 06
5	NEAPEL	(112)	0.3062200E 06
6	TURIN	(97)	0.2743420E 06
7	GENUA	(96)	0.2265390E 06
8	MANTUA	(95)	0.2205360E 06
9	BRESCIA	(91)	0.1946060E 06
10	LA SPEZIA	(100)	0.1858660E 06
11	MANFREDON	(105)	0.1834430E 06
12	BRINDISI	(109)	0.1796450E 06
13	GAETA	(107)	0.1689780E 06
14	SAVONA	(101)	0.1586110E 06
15	LIVORNO	(104)	0.1353130E 06
16	VENEDIG	(90)	0.1345560E 06
17	RAVENNA	(94)	0.7635900E 05
18	TRIEST	(89)	0.4615900E 05
19	TRENTO	(88)	0.4565800E 05
20	SYRACUSA	(118)	0.4443900E 05
21	ANKONA	(98)	0.2482200E 05
22	BARI	(110)	0.2124600E 05
23	FLCENZ	(99)	0.1340900E 05

Die Spannweite der positiven Eigenkapitalertragswerte ist beträchtlich. Während Rotterdam gerade die geforderte Mindestverzinsung erreicht, erwirtschaftet der beste Standort, Luxemburg, darüber hinaus einen Vermögenszuwachs von ca. 1,44 Mrd.DM, d.i. das 1,3fache des zu Anfang eingesetzten Eigenkapitals. Als nächstgünstige Standorte folgen mit deutlichem Abstand die Orte in Belgien sowie Porto Torres, Saarbrücken und Cagliari mit Ertragswerten zwischen $600 \leq K_{EK} (J) \leq 900$ Mio DM. Das Gros der 48 wirtschaftlichen Standorte, davon 21 in Italien und 14 in der BRD weisen Eigenkapitalertragswerte bis zu 440 Mio DM aus.

1) Luxemburg hat allerdings keinen direkten Zugang zu schiffbaren Wasserwegen.

Der deutliche Abfall der meisten französischen Standorte gegenüber denjenigen in den anderen Ländern tritt ebenfalls bemerkenswert klar in Erscheinung.

Im folgenden Bild kann nun gezeigt werden, wie sich diese Verteilung der Standortqualitäten durch den Einsatz von Hochtemperaturreaktoren ändert:

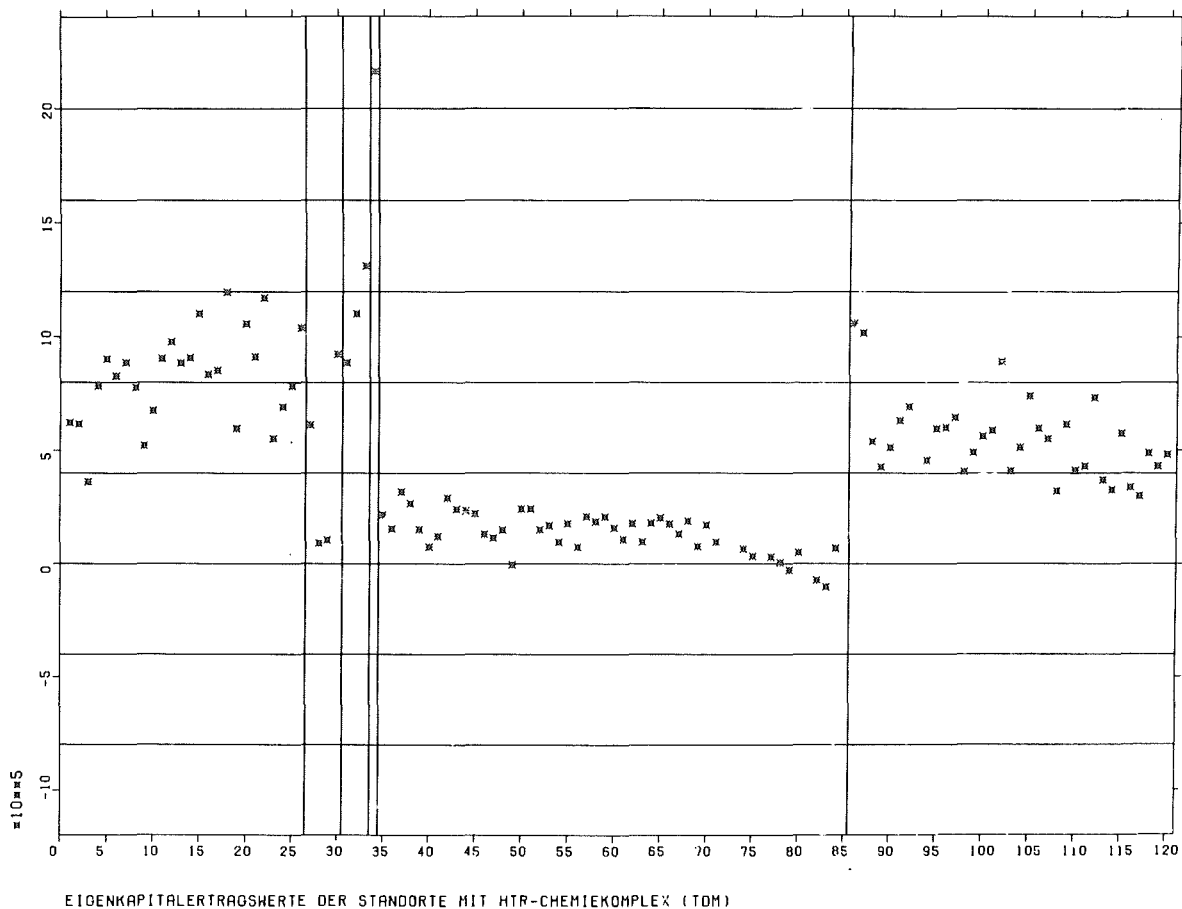


Abb. 21

Die Modellrechnung ergibt, daß der Einsatz nuklearer Energie zu einer Erhöhung der Eigenkapitalertragswerte an jedem Standort führt. Hierdurch werden sämtliche Standorte in der BRD, in den Niederlanden, in Italien und - bis auf 4 - in Frankreich wirtschaftlich. Es ist eine deutliche Nivellierung der Eigenkapitalertragswerte der französischen Standorte festzustellen. Die deutschen Standorte werden gegenüber den niederländischen,

französischen und italienischen Standorten tendenziell vorteilhafter. Der Abstand des günstigsten Standortes, Luxemburg (Nr. 34), gegenüber den in der Rangfolge nächstbesten Ansiedlungswerten vergrößert sich. Rotterdam (Nr. 29) hat die größten relativen Verluste aufzuweisen. Der Abstand zum günstigsten holländischen Standort, Geleen (Nr. 30), vergrößert sich in ähnlicher Weise wie zu den anderen Standorten in der BRD und in Italien. In der Rangskala befindet sich Rotterdam zusammen mit Arnheim im unteren "Qualitätsbereich" aller untersuchten Standorte. Es entsteht die folgende Rangordnung:

STANDORTRANGFOLGE MIT HOCHTEMPERATURREAKTIONEN

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

RANG	STANDORT	NR.	EK-WERT (TCM)
1	ALSDORF	(18)	0.1157223E 07
2	SAARBRUECK	(22)	0.1172994E 07
3	WUERZBURG	(15)	0.1102246E 07
4	ANSEACH	(20)	0.1057993E 07
5	FREIBURG	(26)	0.1040956E 07
6	HERNE	(12)	0.5782120E 06
7	LUDWIGSHN	(21)	0.9133080E 06
8	HOF	(14)	0.9091770E 06
9	BAD HERSFELD	(11)	0.9063100E 06
10	UELZEN	(5)	0.9033780E 06
11	EMDEN	(7)	0.8875340E 06
12	KOELN	(13)	0.8852410E 06
13	OB- LAHNST	(17)	0.8534060E 06
14	FRANKFURT	(16)	0.8359150E 06
15	BREMEN	(6)	0.8284980E 06
16	STUTTGART	(25)	0.7843140E 06
17	WILHELMSHN	(4)	0.7841320E 06
18	BRAUNSWG	(8)	0.7788560E 06
19	ULM	(24)	0.6918550E 06
20	MUENSTER	(10)	0.6760810E 06
21	FLENSBG	(1)	0.6220640E 06
22	LUEBECK	(2)	0.6164520E 06
23	INGELSTADT	(19)	0.5969970E 06
24	MUENCHEN	(23)	0.5528510E 06
25	HANNOVER	(9)	0.5216680E 06
26	HAMBURG	(3)	0.3617060E 06

NIEDERLANDE

RANG	STANDORT	NR.	EK-WERT (TDM)
1	GELEEN	(30)	0.9242050E 06
2	GRONINGEN	(27)	0.6131320E 06
3	ROTTERDAM	(29)	0.1060670E 06
4	ARNHEIM	(28)	0.9189200E 05

BELGIEN

RANG	STANDORT	NR.	EK-WERT (TDM)
1	LIEGICH	(33)	0.1312525E 07
2	OSTENDE	(32)	0.1102127E 07
3	ANTWERPEN	(31)	0.8879750E 06

LUXEMBURG

LUXEMBURG	0.2161931E 07
-----------	---------------

FRANKREICH

RANG	STANDORT	NR.	EK-WERT (TDM)
1	CHARLESVE	(37)	0.3178270E 06
2	NANCY	(42)	0.2906950E 06
3	CHALONS SM	(38)	0.2660970E 06
4	DIJON	(51)	0.2425840E 06
5	BELFORT	(50)	0.2421310E 06
6	CHAUMONT	(43)	0.2413260E 06
7	TROYES	(44)	0.2343230E 06
8	PARIS	(45)	0.2213520E 06
9	LILLE	(35)	0.2158540E 06
10	BESANCON	(57)	0.2086550E 06
11	NEVERS	(59)	0.2068550E 06
12	LYON	(65)	0.2018330E 06
13	LIMOGES	(68)	0.1877510E 06
14	MACON	(58)	0.1858430E 06
15	CHAMBERY	(64)	0.1793020E 06
16	ANGERS	(55)	0.1773040E 06
17	POITIERS	(62)	0.1768350E 06
18	ST ETIENNE	(66)	0.1745600E 06
19	GRENOBLE	(70)	0.1714220E 06
20	ORLEANS	(53)	0.1688110E 06
21	BOURGES	(60)	0.1578790E 06
22	DLENKIRCH	(36)	0.1546430E 06
23	ABBEVILLE	(39)	0.1513230E 06
24	AUXERRE	(52)	0.1504200E 06
25	RENNES	(48)	0.1487660E 06
26	CL FERRANT	(67)	0.1320080E 06
27	CHARTRES	(46)	0.1302150E 06
28	CHERBOURG	(41)	0.1212070E 06
29	LE MANS	(47)	0.1140310E 06
30	CHATEAUX	(61)	0.1072890E 06

31	LA ROCHELL	(63)	0.5662300E	05
32	TCURS	(54)	0.9610800E	05
33	MTELMAR	(71)	0.9604800E	05
34	ROYAN	(69)	0.7604600E	05
35	LE HAVRE	(40)	0.7542900E	05
36	ST NASSAIRE	(56)	0.7495700E	05
37	AJACCIO	(84)	0.6837200E	05
38	MONTAUBAN	(74)	0.6544700E	05
39	TOLLOUSE	(80)	0.5047500E	05
40	BOURDEAUX	(75)	0.3368600E	05
41	MARSEILLE	(77)	0.3076300E	05
42	MTPELLIER	(78)	0.5309000E	04

ITALIEN

RANG	STANDORT	NR.	EK-WERT (TDM)	
1	PORTO TORR	(86)	0.1060854E	07
2	CAGLIARI	(87)	0.1017916E	07
3	FESCARA	(102)	0.8918140E	06
4	MANFREDON	(105)	0.7402160E	06
5	NEAPEL	(112)	0.7333490E	06
6	MAILAND	(92)	0.6938300E	06
7	TURIN	(97)	0.6475890E	06
8	BRESCIA	(91)	0.6321300E	06
9	BRINDISI	(109)	0.6155520E	06
10	GENUA	(96)	0.6020350E	06
11	VASTO	(106)	0.5979800E	06
12	MANTUA	(95)	0.5963170E	06
13	SAVONA	(101)	0.5889890E	06
14	CROTONE	(115)	0.5739370E	06
15	LA SPEZIA	(100)	0.5628650E	06
16	GAETA	(107)	0.5521040E	06
17	TRENTO	(88)	0.5395460E	06
18	LIVORNO	(104)	0.5139440E	06
19	VENEDIG	(90)	0.5132140E	06
20	FLORENZ	(99)	0.4911150E	06
21	SYRACUSA	(118)	0.4890610E	06
22	PALERMO	(120)	0.4828210E	06
23	RAVENNA	(94)	0.4568960E	06
24	GELA	(119)	0.4317030E	06
25	SALERNO	(111)	0.4309210E	06
26	TRIEST	(89)	0.4276720E	06
27	BARI	(110)	0.4130420E	06
28	PERUGIA	(103)	0.4108000E	06
29	ANCONA	(98)	0.4070210E	06
30	TARENT	(113)	0.3707970E	06
31	I VALENTIA	(116)	0.3378920E	06
32	SIBARI	(114)	0.3273620E	06
33	FIUMICINO	(108)	0.3214630E	06
34	REG DI CAL	(117)	0.2991430E	06

Der bereits beim isolierten Kraftwerksvergleich zutagegetretene Vorteil des Hochtemperaturreaktors führt mithin zu deutlichen Veränderungen der Standortqualitäten, sowohl in der Höhe der Eigenkapitalertragswerte, als auch in bezug auf eine Änderung der Rangfolge der untersuchten Standorte.

6.2.2 Wirkungsanalyse der wesentlichen Faktoren, die die Eigenkapitalertragswerte bestimmen

Es ist nun darzustellen, welche Ursachen zu diesen Ergebnissen geführt haben, zumal Standorte an hervorragender Stelle erscheinen, die bisher kaum beachtet wurden, andere bisher bevorzugte Ansiedlungsorte der Großchemie hingegen deutlich relative Nachteile erwarten lassen.

6.2.2.1 Der Kalkulationszinsfuß

Wie sehr der Kalkulationszinsfuß die Höhe der standortabhängigen Eigenkapitalertragswerte beeinflusst, zeigen die Fallstudien mit 20 bzw. 30%iger geforderter Eigenkapitalverzinsung bei Verwendung nuklearer Energieerzeugung.

Waren bei einem Kalkulationszinsfuß von 10 %/a im Falle nuklearer Energieversorgung des Modellkomplexes noch 110 Standorte wirtschaftlich (bei konventioneller Energieversorgung sind es 48), so vermindern sich die Wahlmöglichkeiten mit steigendem Kalkulationszinsfuß. Wird der Kalkulationszinsfuß mit 30 %/a angesetzt, erfüllen im Falle nuklearer Energieerzeugung nur noch 13 Standorte das Wirtschaftlichkeitskriterium; bei konventioneller Energieerzeugung nur noch 3 Standorte: Luxemburg, Lüttich, Geleen.

Außerdem macht sich eine Nivellierung der auf jeweils niedrigerem Niveau entstehenden Ertragswerte bemerkbar. Die Ursache hierfür liegt im Aufbau der Zielfunktion: Die Überschüsse späterer Perioden beeinflussen mit steigendem Kalkulationszinsfuß den Vermögenszuwachs, mithin auch die Eigenkapitalertragswertdifferenzen, immer weniger, da der Abdiskontierungsfaktor

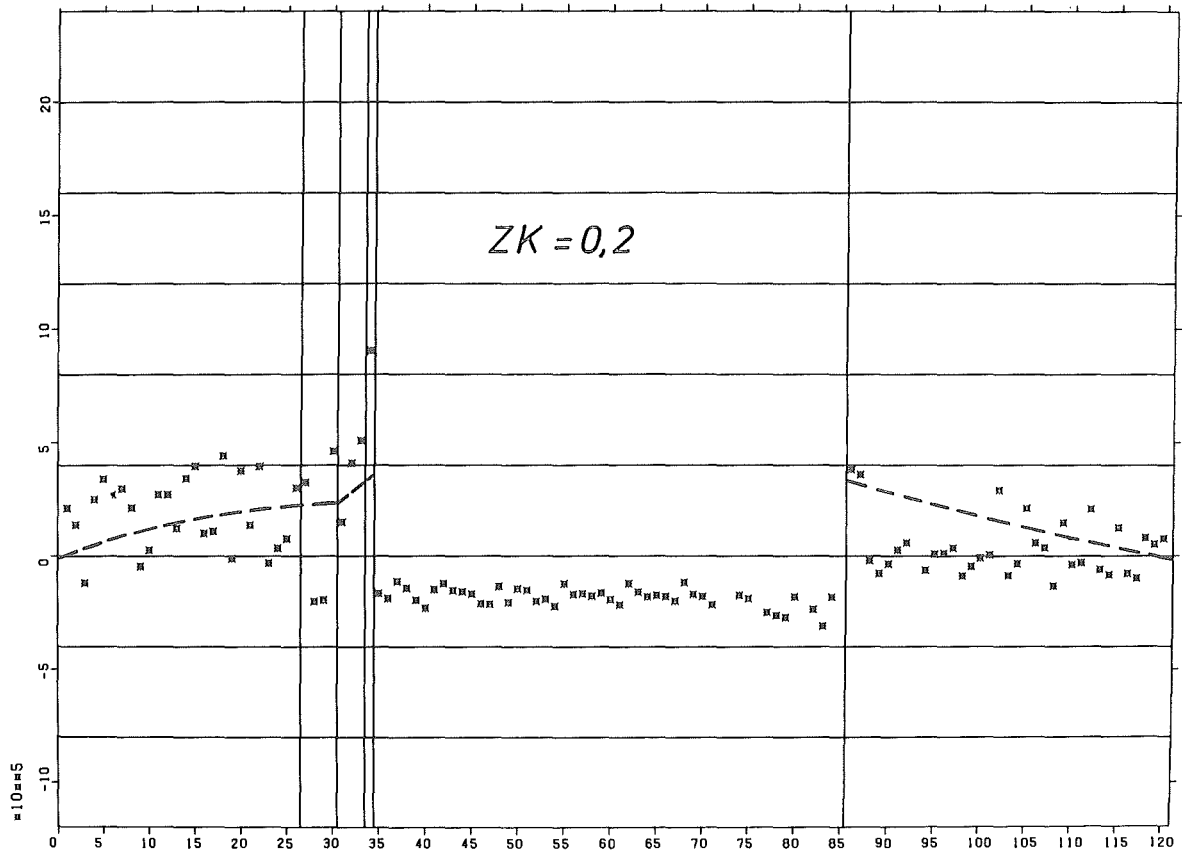


Abb. 22

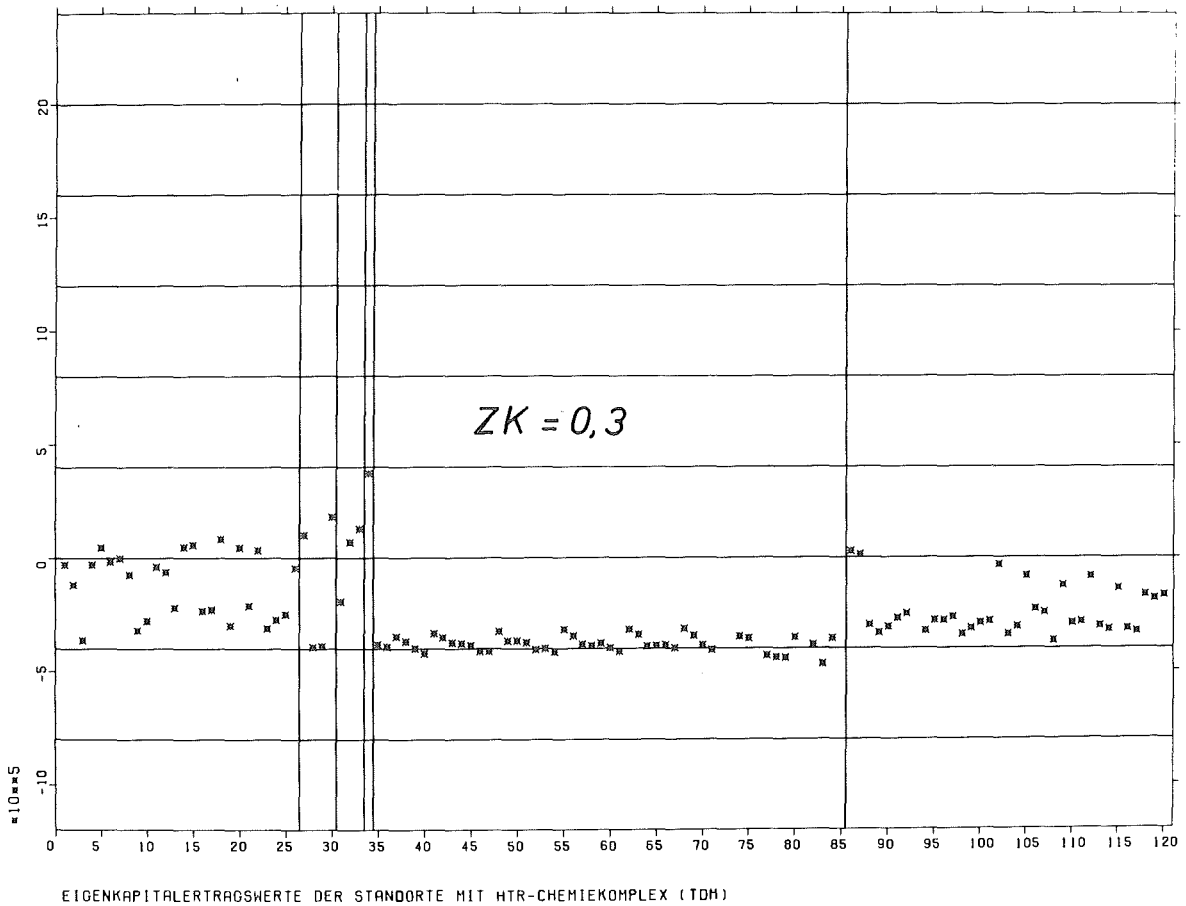


Abb. 23

$(1+z_k)^{-t}$ der aufsummierten Periodenüberschüsse mit steigendem z_k schneller gegen 0 konvergiert.

Die Höhe des angesetzten Kalkulationszinsfußes ist daher auch nicht neutral gegenüber der Rangfolge der Standorte. Lag beispielsweise der Standort Hof (Nr. 14) bei $z_k = 0,1$ auf Rang 8 innerhalb aller untersuchten Standorte in der BRD, so verbessert sich seine relative Standortqualität auf Rang 5 ($z_k = 0,2$) bzw. auf Rang 3 ($z_k = 0,3$). Ähnliche Verschiebungen sind auch bei Standorten in den anderen untersuchten Ländern, z.B. Nancy oder Mailand, die sich mit steigenden Kalkulationszins relativ verschlechtern, festzustellen. Es ist ein wesentliches Ergebnis dieser Arbeit, daß die Vorstellung des Investors über die Höhe des anzusetzenden Kalkulationszinsfußes nicht nur die Zahl der wirtschaftlichen Standorte begrenzt, sondern in Einzelfällen zu einer unterschiedlichen Beurteilung der relativen Vorteilhaftigkeit der Standorte führen kann.

Neben dem Kalkulationszinsfuß beeinflussen aber auch alle Komponenten der Einnahmen-/Ausgabenreihen diese Ergebnisse.

6.2.2.2 Staatliche Investitionsanreize

Bei den Fallstudien mit 20 bzw. 30 %igem Kalkulationszinsfuß lassen sich innerhalb der Länder BR, Niederlande, Belgien und Italien zwei Gruppen von Standorten unterscheiden, die durch die gestrichelte Linie im Fallbeispiel $z_k = 0,2$ getrennt sind. Oberhalb dieser Linie befinden sich alle Standorte, die durch direkte Kapitalbeihilfen (steuerfreie Prämien und steuerbare Zuschüsse) begünstigt sind. Diese direkten staatlichen Maßnahmen zur Industrieansiedlung gewähren den begünstigten Standorten mithin einen starken - betriebswirtschaftlichen - Vorteil, der umso mehr sichtbar wird, je höher der Kalkulationszinsfuß angesetzt werden kann. Je nach ihrer Höhe können die Kapitalbeihilfen das Gesamtergebnis stark beeinflussen, wie das in den Ländern BR, Niederlande, Belgien, Luxemburg und Italien der Fall ist.

In Frankreich verursachen diese direkten Kapitalbeihilfen vergleichsweise geringere Vorteile, da hier die Beschränkungen der

absoluten Beträge (vgl. 5.9) für diesen Modellkomplex wirksam werden.

Es kann nun gezeigt werden, wie sich die Verteilung der standortabhängigen Eigenkapitalertragswerte ändert, wenn an keinem Standort staatliche Ansiedlungsvergünstigungen, und zwar weder Kapitalhilfen, Zinszuschüsse, Arbeitsplatzprämien noch eine (teilweise) Befreiung von den im Rechenprogramm erfaßten direkten Steuern gewährt werden. Dieser Modellfall hat deshalb einen realistischen Hintergrund, weil die Vergünstigungen nicht automatisch gewährt werden müssen, sondern die zuständigen Institutionen über das Ausmaß der zu vergebenden Ansiedlungsanreize im Einzelfall entscheiden. Diese Entscheidung kann z.B. abhängen von der Meinung, die diese Institutionen von der Eignung der Ansiedlungsvorhaben für die weitere ausgewogene wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung der Umgebung haben, von der Nationalität des potentiellen Investors, nicht zuletzt von den zur Verfügung stehenden Mitteln der Staatskasse zum Zeitpunkt des Ansiedlungsansuchens. Dieser Ermessungsspielraum der Behörden behaftet die Ergebnisse daher mit einem Unsicherheitsgrad, der unvermeidbar ist.

Um diese Unsicherheiten zu beseitigen, sind in Abb.24 und 25 auf Seite 152 die Eigenkapitalertragswerte ohne Berücksichtigung staatlicher Anreizmaßnahmen für die Fälle nuklearer und konventioneller Energieversorgung des Modellkomplexes gegenübergestellt. Der untere Teil der Abb. kann dabei als Verifikation realistischer Gegebenheiten des Modellansatzes angesehen werden. Unter Berücksichtigung der erarbeiteten Absatzstruktur für den Modellkomplex, bei Anwendung der großtechnisch erprobten Verfahren und unter Zugrundelegung der derzeit üblichen Energieversorgung in der Chemischen Industrie sind es zum größten Teil die bekannten, auch bisher standortmäßig bevorzugten Orte, die in der Rangskala der einzelnen Länder die höchsten Eigenkapitalertragswerte erwirtschaften. Deutlich zurück fallen im Vergleich zu Abb. 20 die norddeutschen, die süditalienischen, die west- und südfranzösischen Standorte (außer Marseille und Lyon) sowie Groningen und Geleen in den Niederlanden. In diesen Fällen werden Standortnachteile offenbar, die bisher durch die staatlichen Hilfs-

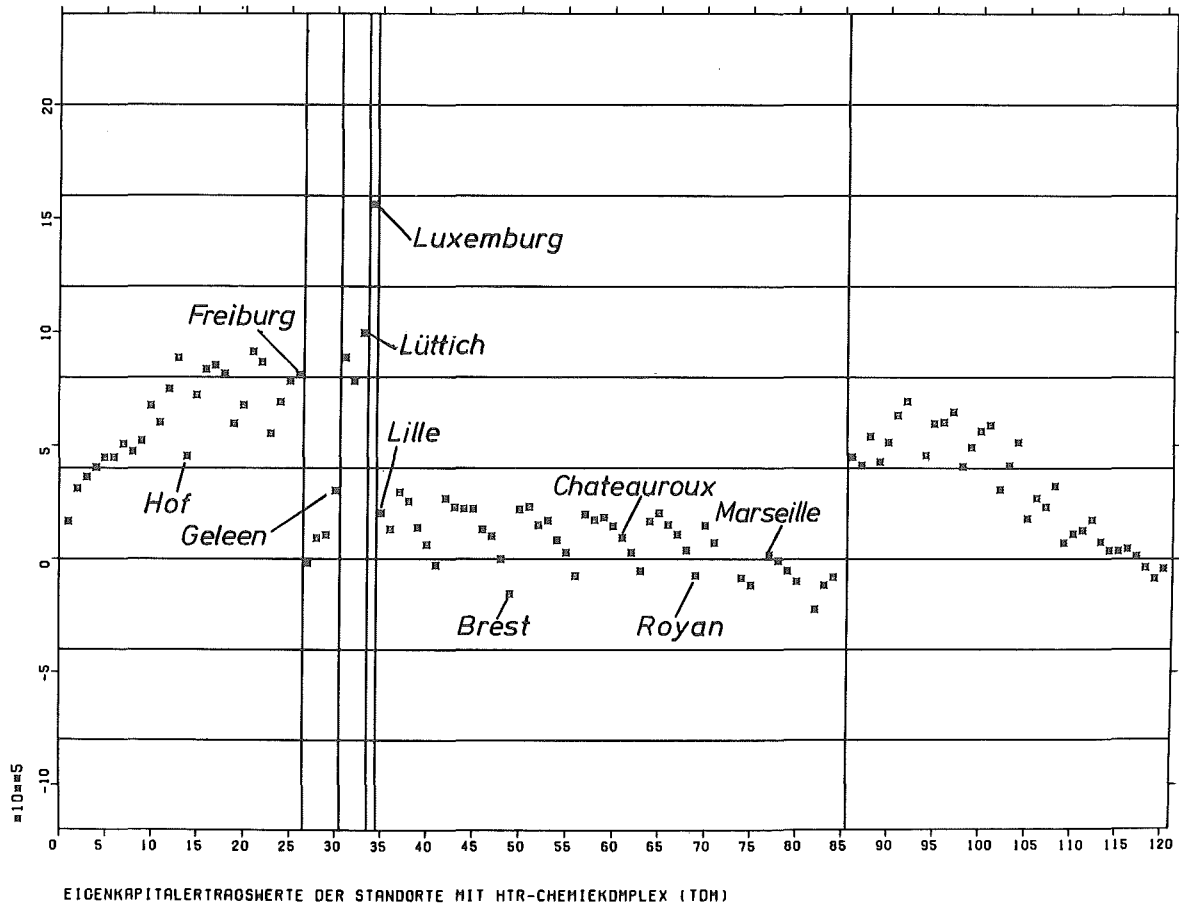


Abb. 24

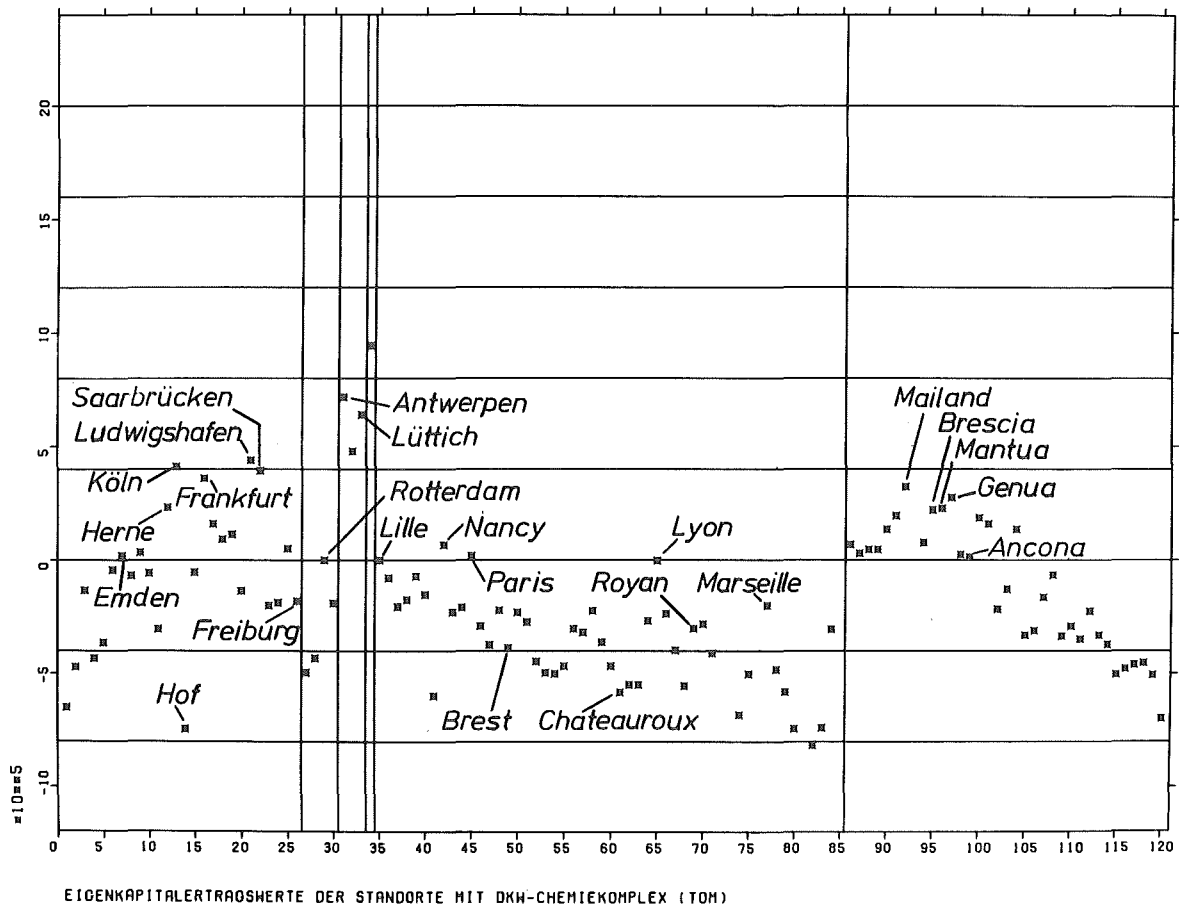


Abb. 25

maßnahmen überdeckt wurden. Hingegen erzielten die belgischen Standorte sowie Luxemburg auch ohne staatliche Anreizmaßnahmen hohe Eigenkapitalertragswerte. Diese Vorteile müssen mithin in anderen, nun zu analysierenden Faktoren begründet liegen.

6.2.2.3 Der Energiepreis

Im oberen Teil der S. 152 in Abb. 24 sind die entsprechenden Werte (ohne staatliche Anreize) bei nuklearer Energieversorgung des Modellkomplexes aufgezeichnet. Modelltheoretisch handelt es sich hier um die erste Stufe einer Ausgabennivellierung, die durch das standortunabhängige Angebot nuklearer HT-Wärme, Prozeßdampf und Strom hervorgerufen wird.

Der nukleare Energieeinsatz wirkt dabei in mehrfacher Weise: Erstens vermindern sich durch den niedrigen Energiegestehungspreis die jährlichen Gesamtausgaben an allen Standorten. Diese Ersparnis verursacht steigende Periodenüberschüsse, mithin höhere Eigenkapitalertragswerte, wie das bereits im Vergleich der Abb. 20 und 21 auf den Seiten 141 und 144 zum Ausdruck kam. Zweitens begünstigt dieser Vorteil alle Standorte in den Ländern BR, Italien sowie Luxemburg relativ stärker, da dort ein durchschnittlich höheres Heizöl-S-Preisniveau für industrielle Abnehmer festgestellt wurde als in Frankreich, Belgien und besonders in den Niederlanden.¹⁾ Drittens entfällt ein Transportausgabenvorteil für alle raffinerienahen Standorte. Dies führt innerhalb der untersuchten Länder zu einer Abwertung (-) bzw. Aufwertung (+) der in bezug auf die Raffinerienähe geografisch günstigen bzw. ungünstigen Standorte. Das macht sich besonders bei den in Frankreich untersuchten Standorten bemerkbar, weil dort relativ wenig Raffinerien im Landesinnern stehen: Lille (-), Lyon (-), Chateauroux (+), Royan (+); aber auch in der BR: Hof (+), Freiburg (+), in den Niederlanden: Geleen (+) und in Belgien: Lüttich (+). In Italien verursacht die Nivellierung der Energieausgaben dagegen keine bemerkenswerten relativen Verschiebungen der Standortqualitäten, da an den relevanten Industriestandorten Raffinerien stehen, die Wegstrecken ins Landesinnere gering und die spezifischen Transportausgabensätze ver-

1) Außerhalb der Arbeit liegt es zu diskutieren, ob sich die Heizöl S Preise für Großabnehmer in den untersuchten Ländern im Laufe der Zeit angleichen.

gleichsweise niedrig sind. Viertens läßt die Nivellierung der raumdifferenzierenden Energieausgaben durch den Einsatz von Hochtemperaturreaktoren die anderen Ausgabeneinflußgrößen stärker hervortreten, wodurch die Struktur der Standorte deutlicher sichtbar wird. Die abfallenden "Standortäste" in Frankreich z.B. bilden sich aufgrund der von Osten nach Westen durchgeführten Untersuchungen auf annäherungsweise gleichem Niveau der geographischen Breitengrade. Wegen der von Osten nach Westen steigenden Absatztransportausgaben fallen in westlicher Richtung die Eigenkapitalertragswerte der Standorte ab.

6.2.2.4 Vermögen- und Ertragsteuern

Die Wirkungen der im Modell erfaßten direkten Steuern auf die Eigenkapitalertragswerte der Standorte lassen sich am besten herausarbeiten, wenn man einem Fallbeispiel, das diese Steuern berücksichtigt, ein anderes gegenüberstellt, in dem diese Ausgabenarten nicht erfaßt werden. Die andere Möglichkeit, ein Beispiel mit harmonisierten Steuersätzen durchzurechnen, erscheint weniger geeignet, da innerhalb der EWG-Länder noch keine Einigung über die Höhe vereinheitlichter Steuersätze besteht und vor allem die Grundlagen der Steuerberechnungen, d.h. die Zahl der Steuerarten und deren Berechnungsgrundlagen, umstritten sind. Von der EG-Kommission konnten demzufolge noch immer keine rechtsangleichenden Richtlinien in diesen Fragen erlassen werden /129, S. 11/

In Abb. 26 auf Seite 155 ist daher eine Modellrechnung aufgezeichnet, in der die Eigenkapitalertragswerte des HTR-Chemiekomplexes ohne Berücksichtigung von Vermögen- und Ertragsteuern (und ohne Berücksichtigung von Investitionsanreizen) berechnet wurden. Damit liegt der angenäherte Fall einer Bestimmung der Standortqualitäten ohne staatliche Aktivität vor. Angenähert deshalb, weil in den Ausgaben für Arbeiter und Angestellte weiterhin die Lohnsteuern und die Arbeitgeberaufwendungen zur - staatlichen - Sozialversicherung enthalten sind. Dieser Teil der dynamisierten Aufwendungen, der nicht proportional mit den übrigen Arbeitsausgaben steigt, wird in der bei der Dynamisierung verwendeten Prognose nicht explizit ausgewiesen.

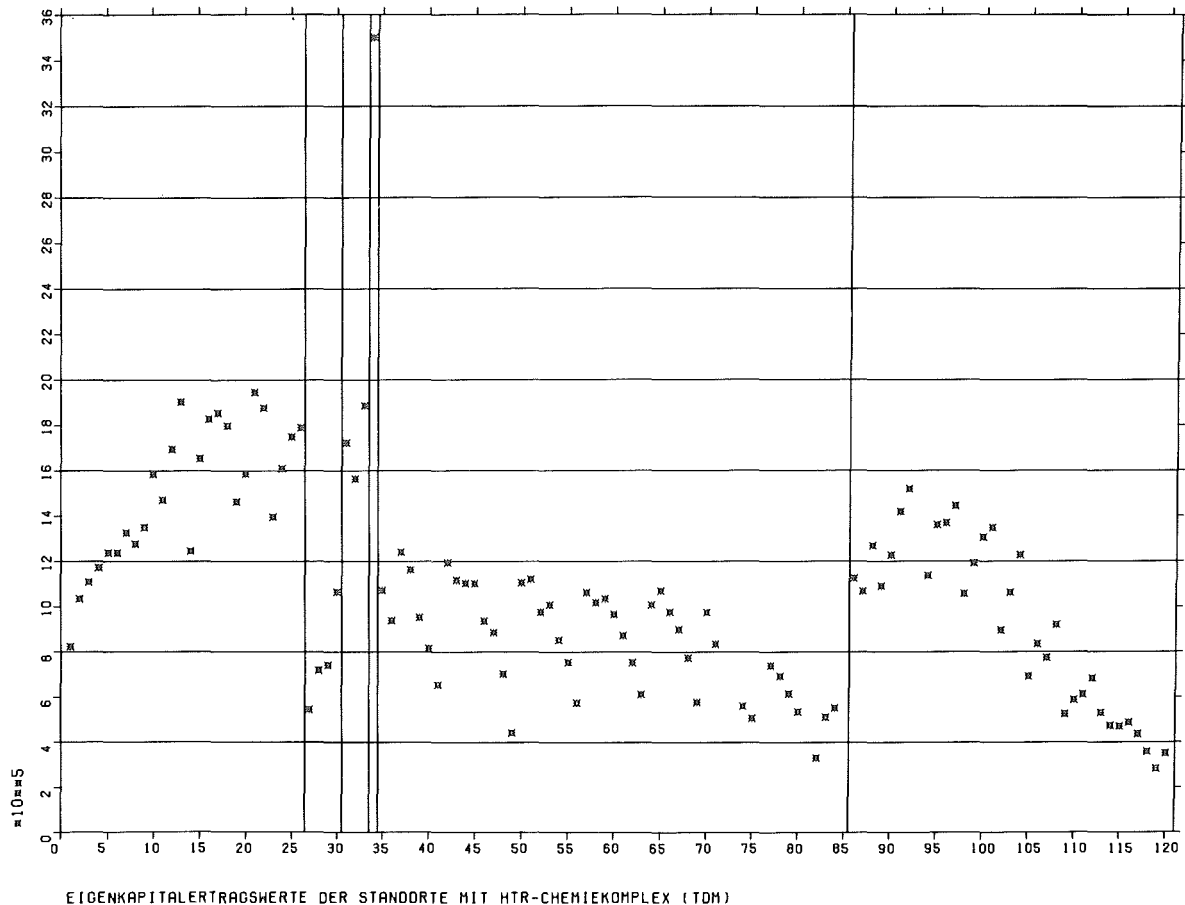


Abb. 26

Der Wegfall der direkten Steuern führt zu niedrigeren jährlichen Gesamtausgaben an allen Standorten, läßt mithin die Eigenkapitalertragswerte - erheblich - steigen. 20 %ige, 30 %ige und darüberhinausgehende Verzinsungen des eingesetzten Eigenkapitals werden nun an den meisten Standorten erzielt. Bedeutende relative Vorteile erzielen die Standorte in Frankreich, in der BR und in Luxemburg; d.h. in Ländern, die durch hohe Körperschaftssteuersätze (Frankreich, Luxemburg), die zusätzliche Entrichtung einer Gewerbesteuer (BR, Luxemburg) oder eine der Gewerbesteuer ähnlichen Steuer, die "contribution des patentes" (Frankreich) im Vergleich mit Belgien, Niederlande und Italien höhere direkte Steuerabgaben für den Modellkomplex verursachen. Luxemburg wird dadurch als der bei weitem günstigste Standort herausgestellt; die bisher guten Standorte in der BR rücken an Lüttich und Antwerpen vorbei; die niederländischen Standorte fallen weiter zurück. Eine Veränderung in der Rangfolge der Standorte innerhalb der einzelnen Länder findet hingegen nicht

statt, da die Steuersätze der nachgeordneten Gebietskörperschaften einheitlich angesetzt wurden.

6.2.2.5 Löhne und Gehälter, Arbeitszeiten, Arbeitsintensität

Die Wirkung unterschiedlicher Löhne, Gehälter und Arbeitszeiten sowie die Unterschiede in der Verwaltungsintensität (Verhältnis Arbeiter/Angestellte) auf eine Differenzierung der Standortqualitäten wird im Zeitablauf bestimmt durch das Ausgangsniveau dieser zusammengefaßten Ausgabenarten und durch die jährlichen Preissteigerungsraten, die dem Faktor Arbeit beizumessen sind.

Die für die Bestimmung des Ausgangsniveaus verwendete vergleichende Statistik der Arbeitskosten stellt nicht nur Niveauunterschiede innerhalb der EWG-Mitgliedsländer fest, sondern weist auch unterschiedliche Löhne und Gehälter und die entsprechenden Folgelasten für die Länder, Departments usw. innerhalb der einzelnen Staaten aus /40, S. 136-153/. Diese Unterschiede sind nicht unbedeutend; in der BR schwanken sie z.B. bis zu 10 %, in Süditalien um mehr als 15 % um den für die hier relevanten Bereiche der Chemischen Industrie errechneten Ausgabensatz. Im Rechenmodell wurde eine derart weitgehende Differenzierung des Ausgangsniveaus jedoch nicht vorgenommen, weil hierdurch die Rückwirkungen der potentiellen Industrieansiedlungen auf das ursprüngliche Ausgabenniveau am jeweiligen Standort unberücksichtigt geblieben wären. Mit Anpassungen an das allgemeine Arbeitszeit- und Arbeitspreinsniveau muß angesichts der Größe des Modellkomplexes und der hierdurch nachgefragten Zahl an Arbeitskräften jedoch gerechnet werden. Demnach wurden die für derartige Betriebsgrößen in der Chemischen Industrie nach Ländern errechneten durchschnittlichen Arbeitspreise, Arbeitszeiten, das Verhältnis Arbeiter/Angestellte sowie die erwarteten Arbeitspreissteigerungsraten in die Standardrechnungen des Modells eingegeben.

Um die relativen Vorteile herauszuarbeiten, die sich durch nach Ländern unterschiedene Arbeitsangaben für die einzelnen Standorte ergeben, können nun in mehreren Schritten diese Differenzen beseitigt werden. Durch eine Nivellierung der Arbeitspreissteigerungsraten erhalten alle Standorte in Frankreich, Italien

und insbesondere in den Niederlanden relative Vorteile, da für diese Länder bei der erwarteten differenzierten Entwicklung im Standardfall (vgl. die Abb.26 auf Seite 155) überdurchschnittliche Steigerungsraten unterstellt wurden. Werden darüber hinaus Arbeitszeiten, das Verhältnis Arbeiter/Angestellte sowie das Ausgangsniveau der Arbeitsausgaben an allen Standorten angeglichen, so entsteht eine Verteilung der standortabhängigen Eigenkapitalertragswerte, wie sie Abb.27 zeigt. Die bis hierher festgestellte eindeutige Dominanz des Standortes Luxemburg entfällt; und es läßt sich nachweisen, daß dieser Vorsprung auf ein niedriges Arbeitspreisniveau und auf den - betriebswirtschaftlichen - Vorteil höherer Arbeitszeiten zurückzuführen war. Ebenso ist für die Standorte in Italien eine deutliche Verminderung der Eigenkapitalertragswerte festzustellen; der ehemalige relative Vorteil der Standorte resultierte vor allem aus einem niedrigen Ausgabensatz für Arbeiter und Angestellte. Auch die Standorte in der Bundesrepublik fallen - geringfügig - zurück, da trotz des in den Standardrechnungen unterstellten überdurchschnitt-

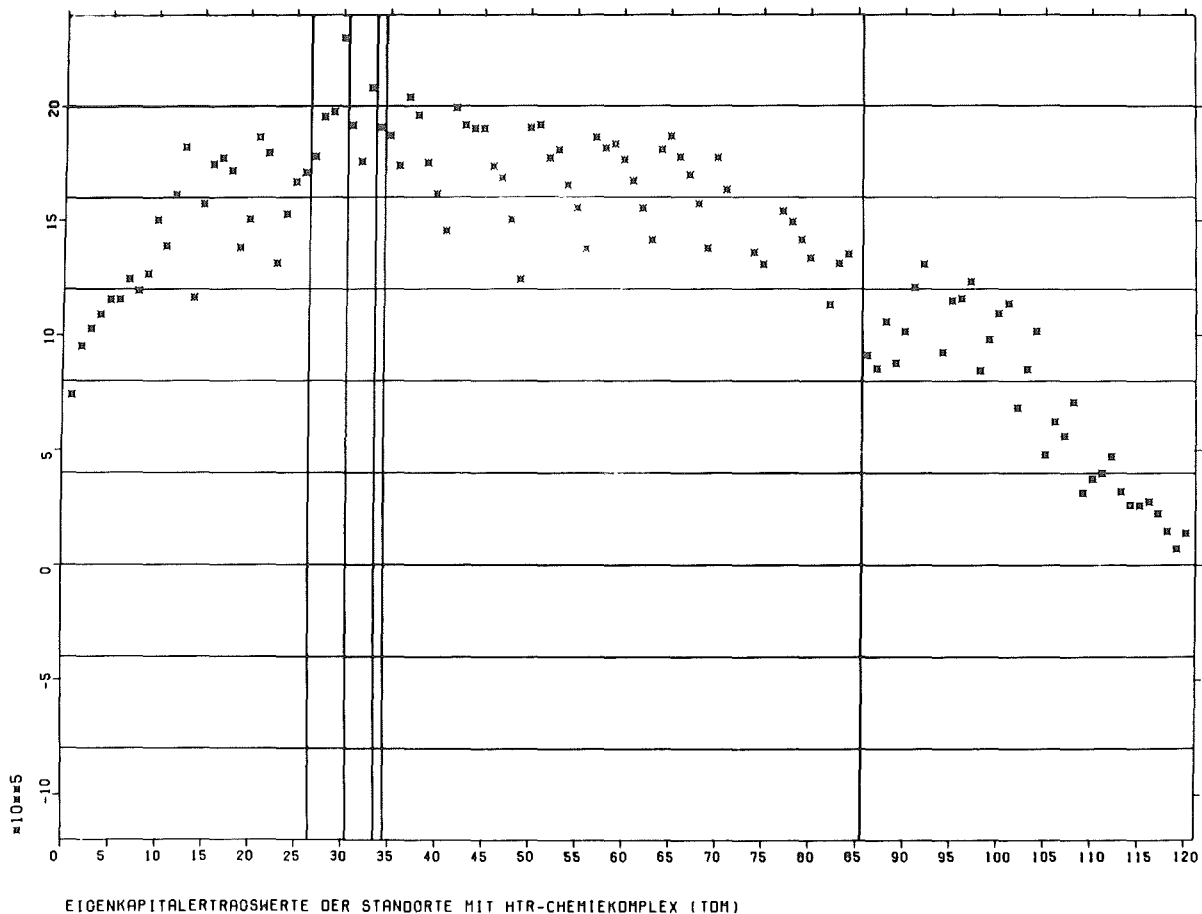


Abb. 27

lichen Ausgabensatzes für Arbeiter und Angestellte - der bei einer Nivellierung die Eigenkapitalertragswerte erhöht - durch die Anhebung des ehemals günstigen Verhältnisses Arbeiter/Angestellte auf ein höheres Durchschnittsniveau der Vorteil einer vergleichsweise hohen Arbeitsproduktivität in der Chemischen Industrie Deutschlands verlorengelht. In diesem Modellfall verbessern sich alle Standorte in den Niederlanden und in Frankreich wegen des Wegfalls überdurchschnittlicher Steigerungsraten der Arbeitsausgaben und - insbesondere in Frankreich - wegen der unterstellten Anhebung der Arbeitsproduktivität.

6.2.2.6 Rohstoffpreise

Die Rohstoffausgaben wirken, ähnlich wie die Arbeitsausgaben, standortdifferenzierend durch die unterschiedliche Höhe der Preise im Ausgangszustand und durch differenzierte Preissteigerungsraten während der Betriebsdauer des Investitionsobjektes.

In einem weiteren Schritt zur Ausschaltung standortdifferenzierender Einflußgrößen wurde diese Ausgabenart ebenfalls nivelliert, so daß als alleinige, die Eigenkapitalertragswerte der Standorte unterscheidende Einflußfaktoren verbleiben: die Summe der Tonnenkilometer des jeweiligen Standortes zu den Verbraucherschwerpunkten sowie die spezifischen dynamischen Transportausgabensätze je Land für die Beförderung der abzusetzenden Produkte. Das Ergebnis dieser Modellrechnung zeigt Abb. 28 auf Seite 159.

Ein Vergleich mit Abb. 27 ergibt, daß durch die Angleichung der Rohstoffpreise die Standorte in den Niederlanden, in Belgien und in Frankreich relative Veränderungen gegenüber den Standorten in den anderen Ländern erfahren. Die Standorte in Frankreich gewinnen an "Qualität", da den Standardrechnungen höhere Rohstoffpreise zugrunde lagen. Die Standorte in den Niederlanden und in Belgien werden ungünstiger, da die ehemals günstigen Rohstoffbezugpreise nun angeglichen sind.

Die durch die Rohstoffpreisnivellierung hervorgerufenen Veränderungen sind jedoch nicht sehr wesentlich. Dies erklärt sich aus

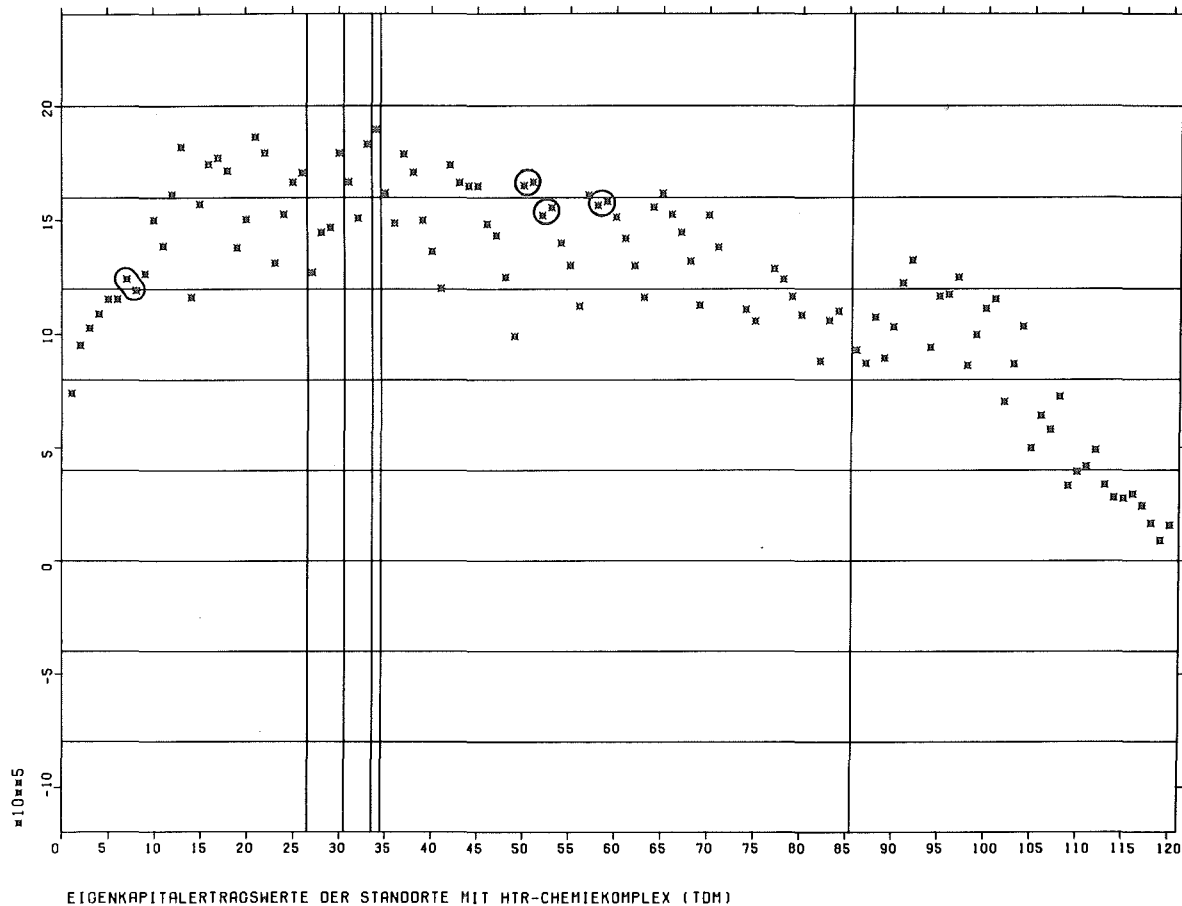


Abb. 28

der Art der vom Modellkomplex bezogenen Güter: Ammoniak, Salpetersäure, Methanol etc. sind chemische Massengüter, die in Partiemengen international gehandelt und praktisch zu Weltmarktpreisen bewertet werden.

6.2.2.7 Transportausgaben

Endlich können auch die je Land unterschiedlichen Transportausgaben nivelliert werden.

Hierbei ist zu beachten, daß sich die aus den Eisenbahngüterverkehrsstatistiken der sechs EWG-Länder und der Transit-Länder Schweiz und Österreich entnommenen und dynamisierten Ausgabenarten in mehrfacher Hinsicht unterscheiden. Schon bei statischer Betrachtung unterliegen die spezifischen Transportpreise, gemessen in Geldeinheit/t·km, in Abhängigkeit von der Entfernung einer unterschiedlichen Degression. Diese Differenzen verstärken sich im Zeitablauf, denn die erwarteten Preissteigerungsraten variie-

ren nicht nur von Land zu Land, sondern auch innerhalb eines Landes mit der Entfernung. Hieraus resultieren unterschiedliche relative Vorteile der verbrauchsfernen Standorte innerhalb eines EWG-Staates und auch im EWG-Vergleich. Die marktfernen Standorte Süditaliens werden z.B. begünstigt durch die extrem niedrigen (subventionierten) spezifischen Transportsätze und durch die vergleichsweise niedrigen Preissteigerungsraten. Deutsche Standorte hingegen haben gegenüber Standorten in anderen EWG-Ländern Transportnachteile zu erwarten, die aufgrund der alle Entfernungsbereiche gleichmäßig treffenden Ausgabensteigerungen - den höchsten im EWG-Vergleich - entstehen.

Bei Angleichung der spezifischen Transportausgabensätze erschien es nicht sinnvoll, einen über alle Entfernungen und für alle Länder einheitlichen Ausgabensatz zu errechnen. Stattdessen wurden die dynamisierten, degressiv gestaffelten Transportausgabensätze Frankreichs für alle EWG-Staaten und die Transit-Länder einheitlich verwendet. Diese Ausgabensätze kommen im statischen Fall einer Mittelung der Transportausgabensätze aller berührten Länder am nächsten, außerdem berücksichtigen die Preissteigerungsfaktoren den zunehmenden Anteil steigender beschäftigungsunabhängiger Aufwendungen dieses Verkehrsträgers in geeigneter Weise, ohne daß die Beförderungspreise für weite Strecken Subventionscharakter annehmen. Das Ergebnis dieser Rechnung zeigt Abb. 29 auf Seite 161.

Die deutschen Industrieansiedlungsorte erfahren durch nun günstigere Transportbedingungen gegenüber den Standorten in anderen Ländern eine Aufwertung, wohingegen die italienischen, insbesondere die süditalienischen, Standorte stark abfallen (vgl. z.B. die Ansiedlungsorte auf Sizilien, Nr. 118-120). Außerdem ergeben sich innerhalb der Rangfolge der Standorte der einzelnen Länder einige Umordnungen, die aus der nun einheitlichen Rangfolge der Standorte entsprechend ihrer mittleren Entfernung zu den Absatzmärkten resultieren. Diese Umordnungen sind durch Umrandungen hervorgehoben.

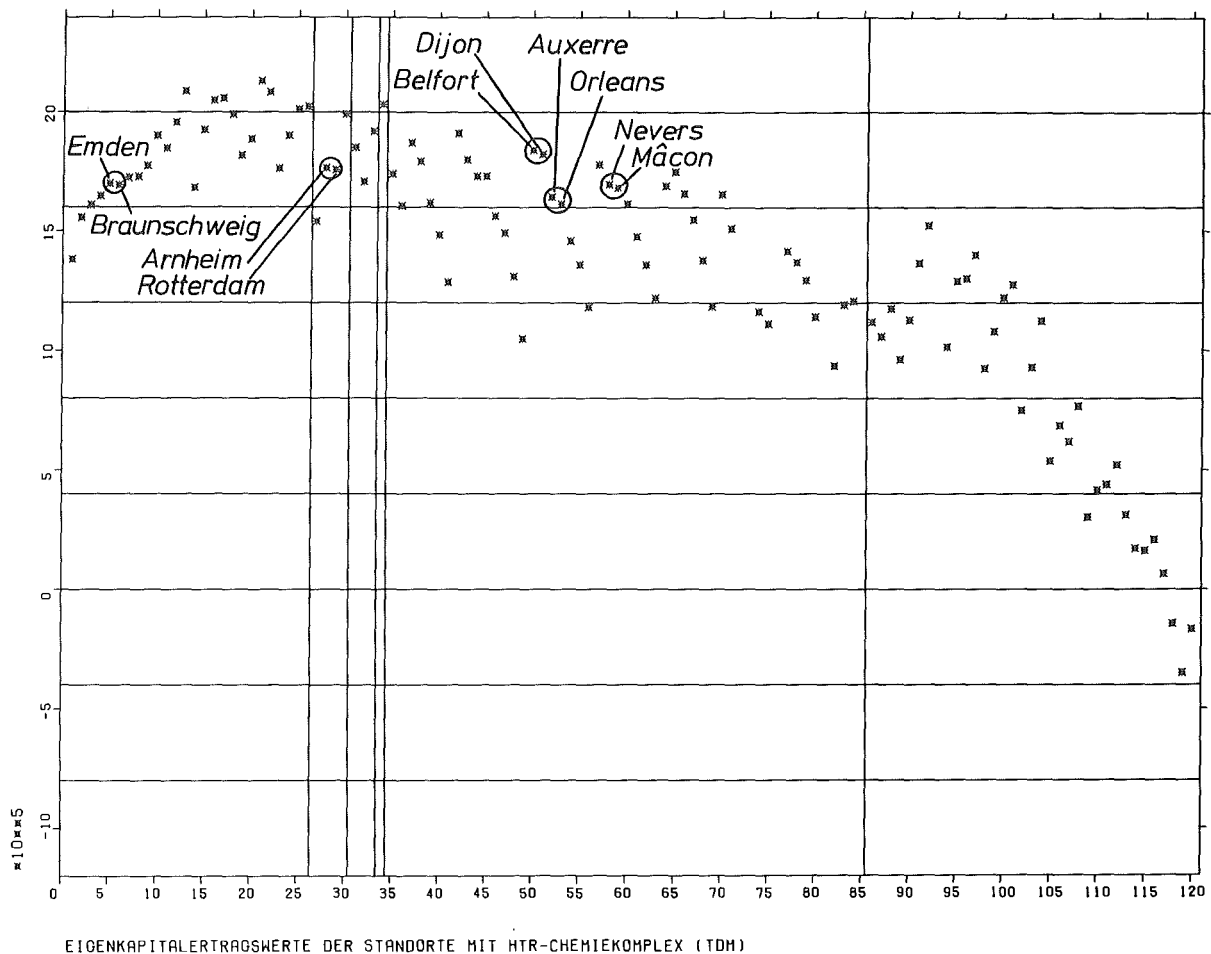
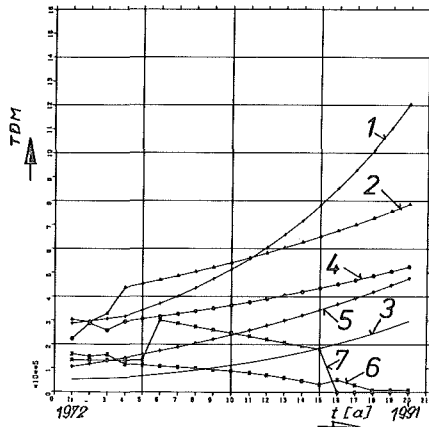


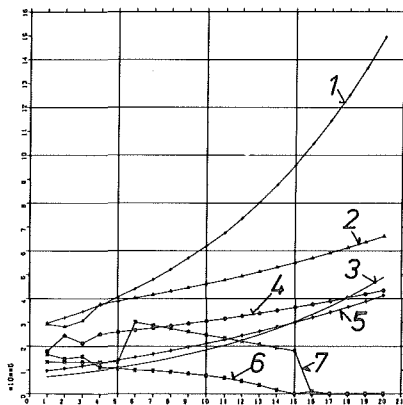
Abb. 29

6.2.3 Die Ausgabenstruktur ausgewählter Standorte

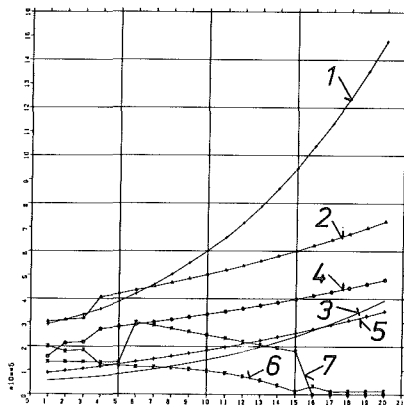
Der Einsatz der EDV ermöglicht, die Entwicklung der Ausgaben jedes untersuchten Standortes im einzelnen darzustellen. Die unterschiedliche Struktur der Ausgabenarten führt im Regelfall zu Differenzen der standortabhängigen Eigenkapitalertragswerte. Es lassen sich jedoch Standorte finden, die - in verschiedenen Ländern und geographisch z.T. weit von einander entfernt gelegen - bei unterschiedlicher Höhe und Entwicklung der einzelnen Ausgabenart annähernd identische Eigenkapitalertragswerte erzielen. Es finden mithin kompensatorische Entwicklungen statt. Dies kann anhand einiger exemplarischer Fälle nachgewiesen werden.



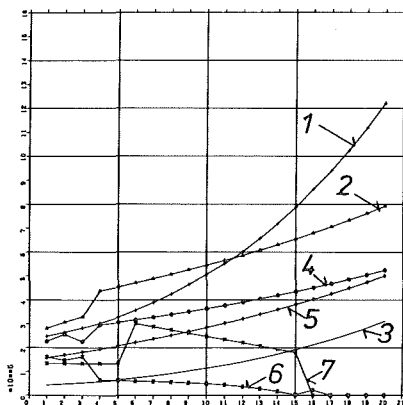
Emden, Abb. 30



Rotterdam, Abb. 31



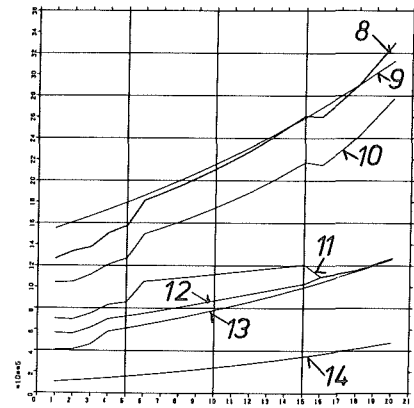
Lyon, Abb. 32



Ancona, Abb. 33

- 1 GEMSTA
- 2 MATSTA
- 3 ARBAUS
- 4 OEAUS
- 5 TRAAUS
- 6 DIST
- 7 KAPPAUS
- 8 SUMAUS
- 9 EINNA
- 10 TMSKPA
- 11 TMSPKA
- 12 TMPSTE
- 13 TRPMAT
- 14 TRAAUS

Rotterdam, Abb. 35



Emden, Abb. 34

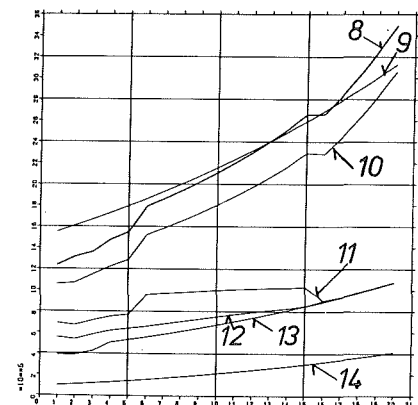


Abb.30-35: Entwicklungen der Ausgabenarten an den einzelnen Standorten

Die Abb.30 bis 33 auf der linken Hälfte der Seite zeigen die wesentlichen zusammengefaßten Ausgabenarten der Küstenstandorte Emden und Rotterdam, des Binnenstandortes Lyon und des fast schon im Mezzogiorno gelegenen Ancona für ein Fallbeispiel mit konventioneller Energieerzeugung und unter Berücksichtigung aller standortwirksamen Einflußgrößen, mit Ausnahme von Subventionen. In dieser als "Normalfall" bezeichneten Modellrechnung erreichen diese Standorte, an denen sich Betriebe der Chemischen Industrie bereits angesiedelt haben, trotz unterschiedlicher Ausgaben-

strukturen für einen Kalkulationszinsfuß $z_k = 0,1$ gerade die geforderte Mindestverzinsung. Sie sind mithin im Sinne des Modells wirtschaftlich (vgl. auch Abb. 25).

Emden läßt gegenüber Rotterdam deutliche Vorteile bei den arbeitsabhängigen Ausgaben und insbesondere bei den Ausgabenarten erwarten, die unter dem Begriff der Gemeinausgaben (GEMAUS) zusammengefaßt werden. In Rotterdam hingegen werden Materialausgabenvorteile wirksam, die vor allem bedingt sind durch das Naphthapreisausgangsniveau, ebenso Energie-(Heizöl)ausgabenvorteile sowie Transportausgabenvorteile wegen der günstigen geographischen Lage zu den Absatzmärkten. Die Ausgaben für Fremdkapital entwickeln sich gemäß den getroffenen Voraussetzungen an allen Standorten identisch. Die Steuerzahlungen zeigen nur in den letzten Betriebsjahren Unterschiede; die höheren Steuern am Standort Emden sind bedingt durch relativ höhere Periodenüberschüsse im 16. bis 18. Betriebsjahr. Vgl. hierzu auch die Abb. 34 und 35, in denen die aufaddierten Ausgabenarten der Städte Emden und Rotterdam aufgezeichnet sind. Der Standort Lyon läßt gegenüber Rotterdam wieder höhere Material- und Energieausgaben erwarten, kann diese Standortnachteile jedoch durch seine günstigere Lage zu den Absatzmärkten sowie durch relativ niedrige Arbeitsausgaben ausgleichen. Die Ausgabenstruktur Ankonas ähnelt sehr derjenigen von Emden. Die im Vergleich zum deutschen Standort niedrigeren Steuerzahlungen werden durch höhere Transportlasten kompensiert.

Dieser Vergleich zeigt mithin, daß ein besonderer Vorteil eines Standortes, ausgedrückt hier in einem absoluten, langfristigen Vorsprung bei einer Ausgabenart, nicht ausreichen muß, um standortmäßig besonders herauszuragen.

6.3 Anmerkungen zu wesentlichen Voraussetzungen der Ergebnisse

Die Ergebnisse dieser Modellrechnungen müssen vor dem Hintergrund einiger Prämissen gesehen werden, auf die wegen ihrer Bedeutung - auch für die in Kapitel 2 enthaltenen Aussagen - noch einmal eingegangen werden soll.

6.3.1 Die Probleme "Differenzinvestition" und "Reinvestition der Periodenüberschüsse"

In beiden Modellen wurde der aus Vergleichbarkeitsgründen notwendige Differenzbetrag des zu Anfang aufgewendeten Eigen- und Fremdkapitals, d.h. die Supplementinvestition, als Finanzinvestition eingesetzt und entsprechend (vermögens- und ertragsmäßig) bewertet. Außerdem wurde eine Reinvestition entstehender Periodenüberschüsse unterlassen, stattdessen eine vollständige Ausschüttung und Wiederanlage der Mittel zum Kalkulationszinsfuß unterstellt. Dies bedeutet einerseits eine starke Eingrenzung des Problems, stellt andererseits aber die allgemeinste aller möglichen Handlungsalternativen dar.

Im Falle des isolierten Vorteilsvergleichs zwischen Hochtemperaturreaktor und Ölkraftwerk wären, da über die Ausgangssituation des Investors keine Annahmen getroffen wurden, z.B. folgende Alternativen gegeben:

- (1) Wäre der Investor ein Energieversorgungsunternehmen, so hätte sich, da mindestens von einer Gesamtkapitalsumme von 259,3 Mio DM ausgegangen werden muß, der Vergleich auf einen HTR gegenüber zwei OKW plus Differenzinvestition oder sogar auf einen HTR plus Differenzinvestition gegenüber drei OKW erstrecken müssen. Die im konventionellen Fall hieraus resultierenden, um den Faktor 2, bzw. 3 höheren Strom-/Wärmekapazitäten implizieren langfristige Absatzunterschiede, die nicht mehr vernachlässigt werden können. Der gesamte Vergleich führt hin zu den Problemen der optimalen Kapazitätzubaustrategie, die nur bei Kenntnis der unternehmensspezifischen Bedarfszuwachserwartungen für Strom und Dampf, d.h. betriebsindividuell verschieden, lösbar sind.
- (2) Wäre der Investor ein Unternehmen des Grundstoffbereichs, der Chemischen- oder der Papierindustrie, so wären zur Umgehung des Energieabsatzproblems für die Handlungsalternative "konventionelle Energieversorgung" eine Vielzahl von branchenspezifischen Produktionsanlagen in den Vergleich

einzu beziehen. Das Problem des isolierten Vorteilsvergleichs verlagert sich wiederum: Für jeden Betriebszweig verschieden, wären die Fragen nach der Produktionsumstellung, bzw. Produktionserweiterung zusätzlich zu beantworten.

Im Standortmodell ist die Situation der alternativen Energieversorgung eindeutig beschrieben: Ihre Wirkung auf die Standortorientierung eines Industriekomplexes der Großchemie soll dargestellt werden. Als Handlungsalternative zur Finanzanlage wären in erster Linie die Errichtung zusätzlicher Produktionsanlagen zu nennen oder, da es sich bei der Chemischen Industrie um einen forschungsintensiven Industriezweig handelt, die Verwendung der Mittel für Forschungszwecke:

- (1) Der Einsatz des bei konventioneller Energieversorgung redundanten Anfangskapitals sowie der Periodenüberschüsse zu Forschungszwecken übt direkt keinen Einfluß auf die Standortwahl des Modellkomplexes aus, da die Standorte von Forschungseinrichtungen häufig getrennt von denjenigen der Produktionsbetriebe liegen. Andererseits müßte ein Ertrag der zu Forschungszwecken zur Verfügung gestellten Mittel den Eigenkapitalertragswerten der Produktionsstandorte mit konventioneller Energieversorgung zugerechnet werden. Zwar wären die aus Lizenzen und Patenten regelmäßig anfallenden Einnahmen investitionsrechentechnisch erfaßbar; sie umfassen jedoch bei weitem nicht den tatsächlichen Nutzwert dieser Forschungsgelder.
- (2) Die Verwendung der Differenzinvestition in Höhe von ca. 669 MioDM und eine Wiederranlage positiver Periodenüberschüsse zur Erstellung zusätzlicher Produktionsanlagen ruft nicht nur die bereits erwähnten Probleme der Produktionsumstellung, bzw. Produktionserweiterung hervor, sondern erfordert angesichts der Dimensionen eine neue Produktionsprogrammplanung, die Erschließung zusätzlicher Beschaffungs- und Absatzmärkte sowie die Überprüfung aller Standorte. Mit anderen Worten, eine konsequente Weiterführung dieser Gedankenkette endet bei den dynamischen Entscheidungsmodellen,

deren Anwendbarkeit für diesen Vergleich bereits unter 3.2.2.2.3 und 3.2.3 diskutiert und abgelehnt wurde.

6.3.2 Das Problem des Basiszeitpunktes der Modellrechnungen

Kugelhaufen-Hochtemperaturreaktoren sind als Industriekraftwerke erst ab ca. 1980 einsatzbereit. Die Gründe hierfür sind, daß die Bauzeit solcher Anlagen unter den derzeitigen Bedingungen ungefähr 3-5 Jahre beträgt und eine über die speziellen technologischen Kenntnisse und Produktionsanlagen verfügende Reaktorbauindustrie sich erst im Aufbau befindet. Das zum Ausgangspunkt der Modellrechnungen gewählte Basisjahr 1971 trägt für die Fallbeispiele der nuklearen Energieversorgung mithin hypothetischen Charakter, da die HTR-Technologie zwar erforscht und auch wertmäßig zu erfassen ist, aus den oben genannten Gründen aber erst später eingesetzt werden kann. Es stellt sich daher die Frage, ob ein höherer Grad an Realitätsnähe der Modelle und ihrer Ergebnisse zu erreichen wäre, wenn man als Basiszeitpunkt das Jahr des tatsächlich möglichen Einsatzes des HTR wählte.

- (1) Die Wahl von 1980 als Basisjahr erfordert die Prognosen aller Anfangsdaten, insbesondere der für die Kraftwerke und chemischen Anlagen erforderlichen Investitionssummen. Angesichts von Baupreissteigerungen, Inflationsraten, möglichen Wechselkursänderungen, aber auch von bis zu diesem Zeitpunkt noch möglichen technologischen Veränderungen werden diese für den Investitionskalkül besonders wichtigen Bezugsgrößen mit einem hohen Unsicherheitsgrad behaftet sein.
- (2) Es ist nicht auszuschließen, daß sich bis 1980, vor allem aber danach, die standortspezifischen Randbedingungen, wie z.B. Zahl und Größe von Beschaffungs- und Absatzmärkten, Investitionsbeihilfen, Steuersysteme, Rohstoff- und Absatzpreise sowie Löhne und Gehälter grundlegend ändern. Diese prognoseimmanenten Unsicherheiten sind unvermeidbar, werden jedoch umso größer, je weiter sich der Ausgangszustand der Berechnungen von den bekannten Ist-Werten entfernt. Der an dieser Stelle häufig gebrachte Einwand, daß sich in

Investitionsvergleichsfällen, in denen dieselben langfristigen Prognosedaten verwendet werden, die Fehler kompensieren und insofern der gewählte Basiszeitpunkt ohne Bedeutung wäre, ist methodisch nicht haltbar: Im Ausgangszustand enthaltene Fehler können sich multiplizieren.

- (3) Ein weiterer Vorzug der Wahl eines frühen Basiszeitpunktes und realer Daten in den ersten Perioden ist der Umstand, daß diese Werte rechentechnisch das Ergebnis stärker beeinflussen, als die durch einen exponentiell steigenden Abzinsungsfaktor dividierten Prognosewerte späterer Perioden.

Aus den genannten Gründen erschien es sinnvoller, einen Zeitpunkt für die Modellrechnungen zu wählen, der mit realen Basisdaten für die konventionelle Technik und ihre Umwelt und mit den Plandaten der HTR-Technologie auszufüllen ist, als einen Zeitpunkt, der in bezug auf die Einsetzbarkeit der HTR-Technologie realistisch, jedoch sonst mit allen Mängeln prognostizierter Basisdaten behaftet ist.

7. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die wesentlichen Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung führen zu Schlußfolgerungen, die sich in den folgenden Sätzen thesenartig zusammenfassen lassen:

- Die Kennziffern DM/kWh_e oder DM/Gcal sind keine geeigneten Maßstäbe für einen Wirtschaftlichkeitsvergleich langfristiger Investitionen.

Diese Aussage gilt in besonderem Maße für kapitalintensive Investitionen in der Energiewirtschaft. Mit Hilfe eines dynamischen Investitionskalküls konnte nachgewiesen werden, daß die notwendige Einbeziehung der Erlös-komponente, von Steuer- und Finanzierungsgesichtspunkten sowie die Beachtung von Änderungen wesentlicher Ausgabenarten beim Wirtschaftlichkeitsvergleich zwischen Hochtemperaturreaktor und Ölkraftwerk selbst bei Zugrundelegung der Ausgangsdaten von 1971 (also vor der Energiekrise) zu anderen und - wie sich bereits heute herausgestellt hat - für den HTR zu besseren Ergebnissen führt.

- Das Ergebnis eines vollständig formulierten, ökonomischen Vorteilsvergleiches wird von der jeweiligen leistungswirtschaftlichen und finanziellen Situation sowie der Risikobereitschaft des Investors beeinflußt.

Daher wurde in dieser Arbeit auch nicht der Kapitalwert einer Investition, der klassische ökonomische Vorteilsvergleichsmaßstab für einmalige Investitionen, verwendet. Der Kapitalwert ist tatsächlich ein Ertragswert für die Anschaffungsausgaben eines Investitionsobjektes, ohne Berücksichtigung von Finanzierungsgesichtspunkten. Seine formelmäßige Darstellung genügt nicht mehr der modernen Investitionspraxis, wie in dieser Arbeit eingehend begründet wurde. Statt dessen wurde ein sog. Eigenkapitalertragswert, d.i. der Vermögenszuwachs auf das vom Investor eingesetzte Eigenkapital, konsequent verwendet.

- Industrielle Planungsfehler werden wegen der Kapitalintensität neuer Technologien und der Notwendigkeit einer Fremdfinanzierung immer später erkennbar und dadurch immer schwerwiegender.

Der mit unterschiedlichen Parametern durchgeführte Vorteilsvergleich zwischen HTR und OKW ergab, daß die Eigenkapitalertragswerte im Falle einer Investition in den HTR erst nach 8 bis 10 Betriebsjahren deutlich höher liegen als diejenigen, die im Falle einer Investition in ein OKW zu erzielen gewesen wären. Außerdem konnte abgeleitet werden, daß die ökonomisch optimale Lebensdauer eines Kraftwerks im Falle teilweiser Fremdfinanzierung nicht schon beim Umkehrpunkt positiver Periodenüberschüsse (Nebenbedingung: Restwert des Kraftwerks = 0 DM) erreicht ist, sondern erst dann, wenn Tilgung und Fremdkapitalzinsen der Vorperiode gerade gleich sind dem negativen Periodenüberschuß der betrachteten Periode. Ein HTR-Industriekraftwerk hat eine relativ konstante ökonomische Lebensdauer von 26 Jahren; beim konventionellen Kraftwerk schwankt diese Lebensdauer in starker Abhängigkeit von den erwarteten Heizölpreissteigerungsraten. Bei einer Heizölpreissteigerungsrate von $\leq 3\%/a$ liegt sie bereits unter 20 Jahren.

- Der bereits heute erreichte Wettbewerbsvorteil der Hochtemperaturtechnologie verbessert sich nicht automatisch mit steigenden Preisen fossiler Energieträger.

Es wurde nachgewiesen, daß der HTR-PR 500, wäre er zu den derzeit gültigen Anlageninvestitionsausgaben heute gebaut und in Betrieb, einem Ölkraftwerk entsprechender Auslegung ökonomisch überlegen ist, wenn der Preis für Heizöl S nur um mehr als 2%/a steigt (Ausgangsdaten der Rechnungen: Heizölpreis Ende 1971 DM 100,--, Heizölpreis Ende 1973 DM 140,-- (!)). Es konnte außerdem gezeigt werden, daß derselbe HTR, isoliert betrachtet, selbst bei Anlagepreissteigerungen von 80% für einen Investor ein wirtschaftliches Anlageobjekt darstellen kann und dabei während seiner gesamten ökonomischen Lebensdauer Strom und

Wärme zu einem umgerechneten Kondensationsstrompreis von 0,06 DM/KWh liefert. In kraftwerksvergleichenden Parameterstudien, in denen sowohl der Heizölpreis als auch Anlagepreisssteigerungen der Investitionsobjekte variiert wurden, zeigte sich jedoch, daß der Eigenkapitalertragswert des HTR auf prozentuale gleich hohe Anlagekapitalpreisssteigerungen wesentlich empfindlicher reagiert als derjenige des OKW. Der Grund ist, daß der absolut wesentlich höhere Kapitalmehraufwand für das nukleare Kraftwerk bereits am Anfang in den Investitionskalkül eingeht, wohingegen die langfristig wirkenden Heizölpreisssteigerungen durch die Abzinsung das Ergebnis weniger beeinflussen. Dies gilt in entsprechender Weise für den Vergleich mit anderen, ebenfalls weniger kapitalintensiven konventionellen Kraftwerken. Bei steigenden Anlageinvestitionsausgaben kann mithin die Wettbewerbsfähigkeit des HTR trotz steigender Preise für konventionelle Energieträger wieder geringer werden. Die möglichen Nachteile werden umso weniger wirksam, je schneller Hochtemperaturreaktoren gebaut werden.

- Der Einsatz der Hochtemperaturtechnologie erweitert die Möglichkeiten der Standortwahl in der Großchemie.

Es wurde dargestellt, daß der HTR den bisher durch konventionelle Kraftwerke und andere, ebenfalls fossil beheizte Energiewandler gedeckten Bedarf an Betriebsmittelenergie in Großkomplexen der Chemischen Industrie - im Gegensatz zu anderen Kernreaktorkonzepten - nahezu vollständig substituieren kann. Außerdem wurde belegt, daß dieses Kraftwerkskonzept im Vergleich zu allen anderen fossilen, aber auch nuklearen Kraftwerksarten die geringsten Umweltbelastungen hervorruft und auch unter dem Aspekt der nuklearen Sicherheit ("ein Coreschmelzen ist naturgesetzlich nicht möglich") anderen Reaktorlinien überlegen ist. Durch diese Merkmale sind die im Gliederungsschema für Standortplanungen in der Chemischen Industrie definierten, unbedingt wirksamen Standortfaktoren: Investitionsklima, sichere Rohstoffversorgung (in diesem aggregierten Begriffsschema sind die zu Betriebsmittelzwecken verwendeten fossilen Energieträger in den Rohstoffen enthalten) sowie Auflagen leichter als bisher zu erfüllen. An Infrastruktur, Arbeitskräfte- und Wasserbedarf

- ebenfalls als unbedingt wirksame Standortfaktoren gekennzeichnet - stellt der HTR keine höheren Anforderungen als andere Kraftwerksarten.

Die Ergebnisse der Modellrechnungen, in denen außer den oben genannten die bedingt wirksamen Standortfaktoren erfaßt werden, zeigten, daß auch bei unterschiedlichen Kalkulationszinsfüßen wesentlich mehr Standorte mit nuklearer Energieversorgung einen positiven Eigenkapitalertragswert aufweisen, als bei konventioneller Energieversorgung. Das verleiht der oben getroffenen Feststellung besonderes Gewicht. Denn aus der Untersuchung wurde ebenfalls deutlich, daß die Zahl der ökonomisch günstigen Standorte für einen Industriekomplex der Großchemie innerhalb der untersuchten Länder Bundesrepublik Deutschland, Niederlande, Belgien, Luxemburg, Frankreich, Italien sehr begrenzt ist - selbst bei weiter Auslegung der Erfüllbarkeit der unbedingt wirksamen Standortfaktoren.

Dem scheinen zwar die Abb. (22) und (23) zu widersprechen. Man muß sich aber die Prämissen dieser Ergebnisdarstellungen ins Gedächtnis rufen: Sie zeigen die (positiven) Eigenkapitalertragswerte der Standorte bei Verwendung der nuklearen Technologie, die heute noch nicht einsetzbar ist, unter der Bedingung maximaler Subventionen, die - wie erwähnt - in den meisten Fällen nicht gewährt werden müssen, sondern politischen Ermessensentscheidungen unterliegen. Die entsprechenden Modellrechnungen mit konventioneller Technologie zeigen für ein $z_k = 0.2$, daß nur noch 14 Standorte, für ein $z_k = 0.3$, daß nur noch 3 (!) Standorte in allen untersuchten Ländern wirtschaftlich sind - oder die Randbedingungen des Modells müßten grundlegend geändert werden.

- Der Einsatz der Hochtemperaturtechnologie löst deutliche relative Änderungen und Nivellierungen der Qualitäten industrieller Standorte aus.

Luxemburg, der durch die niedrigsten - langfristigen - Arbeitsausgaben, hohe Subventionen und seine zentrale Lage zu den europäischen Absatzmärkten ohnehin günstigste Standort für den vor-

liegenden Industriekomplex, verbessert seine relative Standortgunst noch infolge des Wegfalls überdurchschnittlich hoher Energiepreise. Die untersuchten Ansiedlungsorte in der BRD müssen aufgrund der hohen fiskalischen Belastung des Heizöls Wettbewerbsnachteile im EWG-Vergleich hinnehmen. Sie gewinnen durch die HTR-Technologie daher relative Vorteile, so daß sie die nach Luxemburg besten Standorte, die in Belgien und auf Sardinien liegen, erreichen, bzw. überholen. Innerhalb der Bundesrepublik erfahren die Standorte die höchsten Aufwertungen, die nicht in Raffinerienähe liegen, d.s. die Standorte im Landesinneren abseits von Verbrauchs- bzw. Ballungszentren.

Relative Standortvorteile aufgrund von Energiepreisnivellierungen in einem Land bedeuten umgekehrt Nachteile für bisher begünstigte Standorte in anderen Ländern. Dies zeigt sich deutlich bei den Standorten in Frankreich und in Italien und - besonders auffallend - bei Rotterdam in den Niederlanden. Aber auch innerhalb dieser Länder wirkt die HTR-Technologie durchaus unterschiedlich. Während ihr Einsatz innerhalb Italiens zwar Angleichungen der Standortqualitäten, jedoch nur wenige Umordnungen hervorruft, führt sie in Frankreich zu einer ausgeprägten Nivellierung der Standortstruktur. Die Angleichung der Standortwerte resultiert aus der nun transportausgabenunempfindlichen Energieversorgung, durch die die in bezug auf eine konventionelle Energieversorgung geografisch bedingt, z.T. erheblich ungünstig gelegenen Standorte in Mittel- und Ostfrankreich stark aufgewertet werden. Der Einsatz der HTR-Technologie in Komplexen der Großchemie ist für Standorte in Frankreich daher trotz unterdurchschnittlicher absoluter Standortverbesserung nicht uninteressant: Der Zahl nach werden in diesem Land die meisten Standorte mithilfe der nuklearen Energieversorgung über die "Rentabilitätsschwelle" gehoben bei gleichzeitig maximaler Auswahl annähernd gleich günstiger Standorte.

- Trotz dieser Wirkungen wird der Einsatz der Hochtemperaturtechnologie nicht zum wichtigsten Standortfaktor für Industriekomplexe der Chemischen Industrie.

Unterschiede bei der Gewährung von Ansiedlungsanreizen, bei Löhnen und Gehältern (und allen davon abhängigen Folgeausgaben) und in der Steuergesetzgebung können zu größeren Veränderungen der Höhe der Eigenkapitalertragswerte an den untersuchten Standorten und zu entsprechenden Umordnungen der Standortrangfolge führen. Investitionsanreize rufen dabei auch zwischen geografisch eng benachbarten Standorten große Qualitätsunterschiede hervor, wohingegen Unterschiede bei den Arbeitsausgaben und in der Steuergesetzgebung mehr auf das Standortniveau zwischen einzelnen Ländern wirken. Auch die Transportwege und Preise sind in dem geografisch so heterogenen Untersuchungsraum von durchaus standortlenkender Bedeutung; bei Einbeziehung mehrerer Verkehrsmittel in die Untersuchung hätte dieser Faktor ein noch deutlicheres Gewicht erhalten können.

Auch für diese Untersuchung gilt die Feststellung Isard's von den "unique characteristics of each region" [41, S. 410], wie das für Luxemburg eindrucksvolle Ergebnis zeigt. Die Wirkungsanalyse der standortbeeinflussenden Faktoren ergibt aber auch, daß den spezifischen Vorteilarten an manchen Orten häufig Nachteile gegenüberstehen, die zu Überlagerungen und kompensatorischen Effekten führen. Diese gegenläufigen Faktoren bewirken, daß viele in sich verschiedene Regionen in bezug auf eine industrielle Ansiedlung gar nicht so unterschiedlich erscheinen. Durch die ubiquitäre Zurverfügungstellung mehrerer Energiearten trägt die HTR-Technologie dazu bei, Kompensationseffekte abzubauen und die Standortstruktur deutlicher sichtbar zu machen.

Neben diesen aus den Ergebnissen direkt ableitbaren Schlußfolgerungen lassen sich noch zwei Aussagen treffen, die zwar nicht direkt durch die Modellrechnungen belegt sind, die sich aber aus der Gesamtsicht der Untersuchung ergeben. Sie bedürfen weiterer Studien und sollen daher am Abschluß dieser Arbeit zur Diskussion gestellt werden.

- Die Einführung der Hochtemperaturtechnologie kann in den ersten Jahren ihres Einsatzes zu einer Wachstumspause, bzw. zu einer Verlangsamung des Wachstums in der Großchemie führen.

Das für den untersuchten Chemiekomplex errechnete durchschnittliche Verhältnis des Anlagekapitalbedarfs einer Chemieanlage zum Anlagekapitalbedarf eines konventionellen Kraftwerks ist ca. 1:2. Bei nuklearer Energieversorgung ändert sich dieses Verhältnis auf über 1:5. D.h., der Entschluß zur Bereitstellung zusätzlicher Kapitalmittel für die Umstellung von einem konventionellen auf ein nukleares Energieaggregat bedeutet den Verzicht auf den Neubau oder Ersatz von drei "durchschnittlichen" Produktionsanlagen.

- Bei gleichzeitiger Erweiterung der Standortwahlmöglichkeiten kann der Einsatz der Hochtemperaturtechnologie am gewählten Standort langfristig zu verstärkenden Agglomerationstendenzen beitragen.

Der Nachteil eines verlangsamten Wachstums der Großchemie in den ersten Jahren des Einsatzes von Kugelhaufen-Hochtemperaturreaktoren wird kurzfristig aufgewogen durch die Sicherung der Energieversorgung auf einem höheren qualitativen Niveau und langfristig durch die primären und sekundären Wirkungen [130, S. 44-49] konstanter Preise für Wärme und Strom. Diese langfristigen Wettbewerbsvorteile werden sich mit großer Wahrscheinlichkeit zuerst am Standort selbst durch den Zubau neuer Produktionsanlagen und weiterer nuklearer Energieaggregate auswirken. Die vergleichsweise höhere Kapitalbindung und die höhere Lebensdauer der nuklearen Anlagen, die "economies of spatial juxtaposition", aber auch die Attitüde der Wirtschaftssubjekte, eher den Ausbau neuer Technologien am einmal gewählten Standort zu betreiben, bzw. sich damit abzufinden, als immer wieder neue Standort dafür zu suchen, sind wesentliche Gründe für diese Annahmen.

Die Bipolarität der räumlichen Wirkung dieser neuen Technologie, die sich auch in den Abb. 36 und Abb. 37 zeigt, ist damit sehr deutlich beschrieben: Der Einsatz von Kugelhaufen-Hochtemperaturreaktoren kann einmal die Funktion der Initialzündung für die Entwicklung neuer Agglomerationskerne übernehmen, zum anderen aber auch zur Konservierung bereits bestehender Industriezentren beitragen.

Abb. 36

Wirtschaftliche Standorte mit
konventioneller Energieversor-
gung

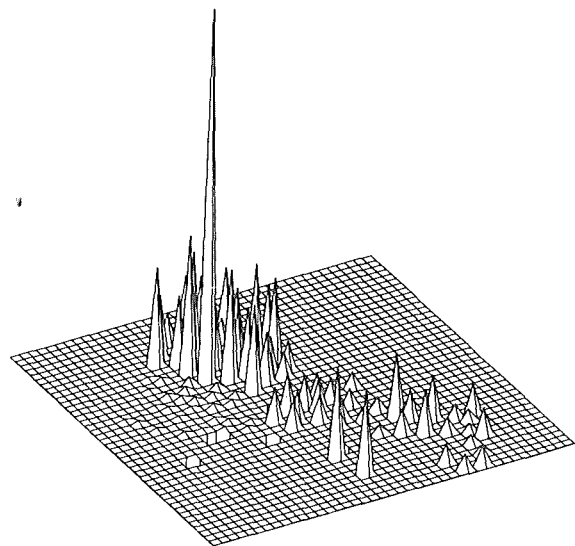
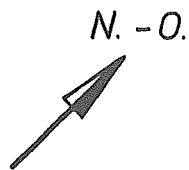
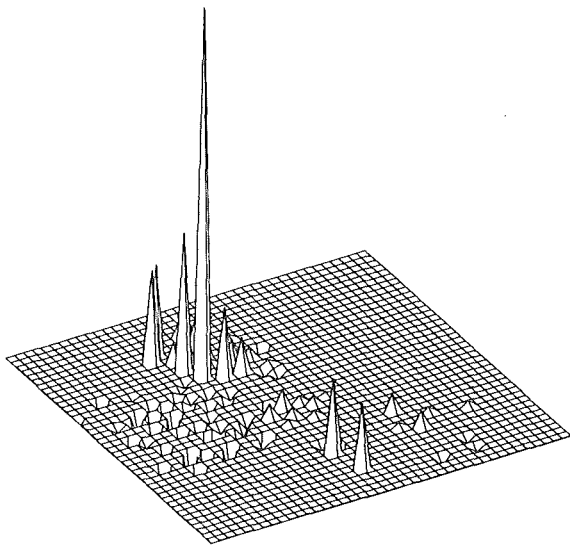


Abb. 37

Wirtschaftliche Standorte mit
HTR-Energieversorgung

LITERATUR

- /1 / Chemiewirtschaft in Zahlen, 13. Aufl. 1971
- /2 / Mitteilungen des Verbandes der Chemischen Industrie e.V., Frankfurt/Main
- /3 / Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Energiebilanzen der BRD, Frankfurt 1971
- /4 / VDEW, VIK, HEA (Hrsgr.), Anhaltzzahlen über den Elektrizitäts-, Kraft- und Wärmebedarf der Industrie, Frankfurt (Main), o. Jg.
- /5 / K. Winnacker Rohstoffe und Vorprodukte für die Chemische Industrie, in: Chem. Ind. XIX, Aug. 1967, S. 490-495
- /6 / H. Engelhardt Einsatzmöglichkeiten und Einsatzpotential von Hochtemperaturreaktoren in der Industriegruppe Chemie unter Berücksichtigung von technischen, ökonomischen und ökologischen Aspekten, JÜL-Bericht 1966, Juni 1973
- /7 / Vereinigung Industrieller Kraftwirtschaft-VIK- (Hrsgr.) Tätigkeitsbericht 1971/72, Essen o.Jg.
- /8 / H. Büker et alii Kernenergie und Umwelt, Teil IV der Studienreihe; Technischer und wirtschaftlicher Stand sowie Aussichten der Kernenergie in der Kraftwirtschaft der BRD, JÜL-Report Nr. 929, Jülich März 1973
- /9 / W. Häfele, H. Krämer Technischer und wirtschaftlicher Stand sowie Aussichten der Kernenergie in der Kraftwirtschaft der BRD, Teil II, JÜL-Report, Nr. 775, Jülich, Juni 1971
- /10/ K. Kugeler Prozeßdampferzeugung mit Hochtemperaturreaktoren JÜL-Report Nr. 870, Jülich, Juni 1972

- /11/ H.G. Eickhoff
Technologische und wirtschaftliche Möglichkeiten, die sich durch den Einsatz des Hochtemperaturreaktors für die künftige Mineralölversorgung der BRD ergeben, Jül-Report Nr. 1017, Jülich, Nov. 1973
- /12/ K. Kugeler, M. Kugeler
Die Energiesituation in der BRD und zukünftige Entwicklungsmöglichkeiten, Jül-Report Nr. 576, Jülich, 1969
- /13/ R. Schulten
Die Spaltung des Wassers durch nukleare Wärme
Vortrag, Januar 1973
- /14/ P. Schwegmann
Modellstudie über Kosten und Wirtschaftlichkeit möglicher Kombinationen von Industrieanlagen mit dem Hochtemperaturreaktor als Energiequelle, Jül-Report Nr. 842, Jülich, April 1972
- /15/ R. Schulten et alii
Industriekraftwerk mit Hochtemperaturreaktor PR-500-
"Otto-Prinzip" - zur Erzeugung von Prozeßdampf, Abschluß-
bericht über eine Gemeinschaftsstudie in Zusammenarbeit
mit der Firma STEAG AG, Essen,
Jül-Bericht Nr. 941, Jülich, April 1973
- /16/ R. Sellien, H. Sellien (Hrsg.)
Dr. Gablers Wirtschaftslexikon, 6. Auflage, 2. Band,
Wiesbaden, 1965
- /17/ D. Schneider
Investition und Finanzierung, Köln & Opladen, 1970
- /18/ E. Schneider
Wirtschaftlichkeitsrechnung - Theorie der Investition,
7. Aufl., Tübingen-Zürich, 1968
- /19/ K.E. Boulding
The Theorie of a Single Investment,
in: Quaterly Journal of Economics
Vol. 49 (1934/35), S. 475-494
- /20/ K.E. Boulding
Time and Investment, in: Economica, Vol. 3 (1936),
S. 196-214

- /21/ E. Schmalenbach
Kapital, Kredit und Zins, 3. Aufl., Köln & Opladen, 1951
- /22/ E. Heinen
Zum Begriff und Wesen der betriebswirtschaftlichen Investition, in: Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis, 1957, S. 16-31 (Teil I) und S. 85-98 (Teil II)
- /23/ L. Pack
Betriebliche Investition, Wiesbaden, 1959
- /24/ H.J. Vandrey
Grundlagen der Maschinenversicherung von Kernkraftwerken, in: 2. Allianzkolloquium über die Sachversicherung von Kernkraftwerken am 29. Nov. 1967 in München, Allianz Berichte, Heft 6, März 1968
- /25/ Mitteilungen von Dr.-Ing. Paul Drescher, Schleiden, 1973
- /26/ Prognos AG (Hrsg.)
PROGNOS-EURO-REPORT, Future Trends in Western Europe 1973, Basel, 1972
- /27/ A. Voss
Ansätze zur Gesamtanalyse des Systems Mensch-Energie-Umwelt, Dissertation, Jül-Bericht Nr. 982, 1973
- /28/ Mitteilungen des Lehrstuhls für angewandte Wirtschaftslehre, betriebliche Steuerlehre und Wirtschaftsprüfung, Bochum, 1973
- /29/ National Petroleum Council (Hrsg.)
Studie über den US-Energiemarkt, zitiert in: "DIE WELT" v. 8.3.1973
- /30/ Mitteilungen von Dr.-Ing. A. Voss, Jülich, 1973
- /31/ Institut "Finanzen und Steuern" (Hrsg.)
Vermögenssteuern und Gewerbeabgaben in den Mitgliedsstaaten der EWG, Heft 82, Bonn, September 1965
- /32/ K.G. Wallmann
Wirtschaftliche Methoden der Investitionsplanung - einschließlich Standortplanung - in der Mineralöl-verarbeitenden Industrie, München, 1969

- /33/ K. Hansen, B. Röper
Standortprobleme unter besonderer Berücksichtigung des
Umweltschutzes, in: Arbeitsgemeinschaft für Rationali-
sierung des Landes NRW, Heft 125, Dortmund, 1971
- /34/ K.W. Witzel

Kostenfaktoren für den Bau von Chemieanlagen und ihre
Abhängigkeit, Dissertation, Aachen, 1970
- /35/ H. May
Fabriken der Verfahrensindustrie, in: VDI-Nachrichten
Nr. 16, April 1970
- /36/ J. Bloech
Optimale Industriestandorte, Würzburg-Wien, 1970
- /37/ Europäische Wirtschaftsgemeinschaft (Hrsg.)
Die Strompreise in den Ländern der EWG, Bericht einer
Sachverständigenkommission, in Reihe "Wirtschaft und
Finanzen" Nr. 1, Brüssel, 1962
- /38/ Energiewirtschaftliches Institut an der Universität Köln(Hrsg.)
Die Strompreise in den verschiedenen Gebieten der BRD,
Untersuchung im Auftrag des Bundesministerium für Wirt-
schaft, Köln, 1972
- /39/ Stat. Amt der Europ. Gemeinschaften (Hrsg.)
Die Entwicklung der Heizölpreise in den Ländern der
Europäischen Gemeinschaft von 1966-1970, Energiestatistik,
Sonderbeilage Nr. 1-2, Luxemburg, 1971
- /40/ Stat. Amt der Europ. Gemeinschaften (Hrsg.)
Arbeitskosten in der Industrie 1969, Sozialstatistik,
Luxemburg, 1971
- /41/ W. Isard
Methods of Regional Analysis: an Introduction to
Regional Science, 6. Auflage, Cambridge, Mass., 1969
- /42/ H.C. Recktenwald
Möglichkeiten und Grenzen der Methode der Kosten-Nutzen-
Analyse, in: Grundfragen der Infrastrukturplanung für
wachsende Wirtschaften, Verhandlungen auf der Tagung des
Vereins für Socialpolitik, Gesellschaft für Wirtschafts-
und Sozialwissenschaften in Innsbruck, 1970, Berlin, 1971

- /43/ W. Launhardt
Die Bestimmung des zweckmäßigen Standortes einer gewerblichen Anlage, in: Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. XXVI (1882), Sp. 105-116
- /44/ A. Weber
Über den Standort der Industrien, 1. Teil: Teine Theorie des Standortes, 2. Aufl., Tübingen, 1922
- /45/ A. Lösch
Die räumliche Ordnung der Wirtschaft, 2. Aufl., Jena, 1944
- /46/ J.R. Lindsay
The Location of Oil Refining in the United States, doctoral dissertation, Harvard University, Cambridge, Mass., 1954
- /47/ J. Airov
The Location of the Synthetic-Fiber Industry: A Study in Regional Analysis, John Wiley, New York, 1959
- /48/ W. Isard, E.W. Schooler, Th. Vietorisz
Industrial Complex Analysis and Regional Development, Cambridge, Mass., 2. Aufl., 1964
- /49/ R.V. Alvensleben
Zur Theorie und Ermittlung optimaler Betriebsstandorte, Meisenheim am Glan, 1973
- /50/ H.-P. Liebmann
Grundlagen betriebswirtschaftlicher Standortentscheidungen, Dissertation, Berlin, 1969
- /51/ H. Rüschenpöhler
Der Standort industrieller Unternehmen als betriebswirtschaftliches Problem, Abhandlungen aus dem Industrieseminar der Universität Köln, Heft 6, Berlin, 1958
- /52/ K. Chr. Behrens
Allgemeine Standortbestimmungslehre, Köln & Opladen, 1961

- /53/ H.v. Stackelberg
Grundlagen der theoretischen Volkswirtschaftslehre,
2. Aufl., Bern-Tübingen, 1951
- /54/ E. Schneider
Kritisches und Positives zur Theorie der Investition,
in: Weltwirtschaftliches Archiv, Bd. 98 (1967 I)
- /55/ H. Jacob
Neuere Entwicklungen in der Investitionsrechnung,
Sonderdruck der ZfB, Wiesbaden, 1964
- /56/ H. Albach
Investition und Liquidität, Wiesbaden, 1962
- /57/ M. Weingartner
Mathematical Programming and the Analysis of Capital
Budgeting Problems, Englewood Cliffs, 1963
- /58/ V. Jaäskeläinen
Optimal Financing and Tax Policy of the Corporation,
Helsinki, 1966
- /59/ G. Hadley
Nicht lineare und dynamische Programmierung,
Würzburg/Wien, 1969
- /60/ H. Jacob
Zur Standortwahl der Unternehmungen, Betriebswirtschaft-
liche Strukturfragen, Festschrift zum 65. Geburtstag von
R. Henzler, Hrsgr. K. Alewell, Wiesbaden, 1967, S. 233-293
- /61/ W. Foerst (Hrsgr.)
Ullmanns Encyklopädie der technischen Chemie,
Ergänzungsband, 3. Aufl., München-Berlin-Wien, 1970
- /62/ Mitteilungen der Abteilung Marktforschung der BASF AG,
Ludwigshafen, 1972
- /63/ H. Kölbel, J. Schulze
Der Absatz in der Chemischen Industrie, Berlin-Heidel-
berg - New York, 1970
- /64/ Mitteilungen des Bundeskartellamtes, Berlin, 1972

- /65/ Stat. Amt der Europ. Gemeinschaften (Hrsgr.)
Die Petrochemie, in: Statistische Studien und Erhebungen,
Nr. 4, Luxemburg, 1970
- /66/ H. Kölbel, J. Schulze
Projektierung und Vorkalkulation in der Chemischen
Industrie, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1960
- /67/ K.H. Schmidt
Der Kunststoffmarkt bis 1980, in: Chem. Ind. XXIII,
Dez. 1971
- /68/ R. Klöpfer
Zentrale Orte und ihre Bereiche, in: HRRR, 2. Aufl.,
III, Hannover, 1970, Sp. 3849-3860
- /69/ Stat. Amt der Europäischen Gemeinschaften (Hrsgr.)
Erhebung über Struktur und Verteilung der Löhne, An-
gaben nach Gebieten, Sonderreihe 8, Bd. 2-7,
Luxemburg, 1969
- /70/ G.E. Reuss
Produktivitätsanalyse, Basel, 1970
- /71/ H. Kellerer
Statistik im modernen Wirtschafts- und Sozialleben,
Hamburg, 1963
- /72/ J. Paul
Regionale Absatzschwerpunkte der Chemischen Industrie,
in der BRD, dargestellt am Beispiel ausgewählter Pro-
dukte, Diplomarbeit, Aachen, 1972
- /73/ Institut National De La Statistique Et Des Etudes
Economiques (Hrsgr.)
Recensement De L'Industrie 1963, Vol. IV, Paris, 1967
- /74/ Istituto Centrale Di Statistica (Hrsgr.)
4^o Censimento Generale Dell'Industria e Del Commercio,
Vol. III, Industrie, Rom, 1967
- /75/ Central Bureau Voor De Statistiek (Hrsgr.)
Derde algemene bedrijfstelling, Deel 3, Regionale
Uitkomsten, s' Gravenhage, 1969

- /76/ Institut National De Statistique (Hrsgr.)
Recensement de l'Industrie et du Commerce, Brüssel, 1967
- /77/ IRO-Wirtschaftsatlas (Hrsgr.)
Atlas für Wirtschaft, Politik, Zeitgeschichte, Teil I,
München, 1969
- /78/ H.W. Kuhn, R.E. Kuenne
An Efficient Algorithm for the Numerical Solution of
the Generalized Weber Problem in Spatial Economics,
in: JRS 4 (1962), S. 21-33
- /79/ Stat. Bundesamt (Hrsgr.)
Reihe 8, Industrie des Auslandes, II. Verarbeitende
Industrie, Wiesbaden, 1969, S.68/69
- /80/ Stat. Bundesamt (Hrsgr.)
Allg. Statistik des Auslandes, Int. Monatszahlen,
Wiesbaden, Nov. 1972
- /81/ Stat. Amt der Europäischen Gemeinschaften (Hrsgr.)
Außenhandel, Analytische Übersichten, Bd. 1, Luxemburg,
1970
- /82/ Gummi-Asbest-Kunststoffe, Dez. 1971
- /83/ Mitteilungen der Volkswirtschaftlichen Abteilung der
Farbwerke Hoechst AG, Frankfurt, 1972
- /84/ H.H. Herx
Kunststoffversorgungsbilanzen für Westeuropa, Teil I:
Ausgewählte Thermoplaste, Studie der Abt. VW der
BAYER AG, Leverkusen, Nov. 1971 (unveröffentlicht)
- /85/ Stat. Amt der Europäischen Gemeinschaften (Hrsgr.)
Systematik der Zweige des Produzierenden Gewerbes in den
Europäischen Gemeinschaften, N.I.C.E. Reihe Industrie-
statistik, Luxemburg, 1963
- /86/ Statistisches Bundesamt (Hrsgr.)
Industrie und Handwerk, Reihe 3, Industrielle Produk-
tion, S. 83

- /87/ Die wichtigsten verwendeten Quellen sind:
Stat. Amt der Europ. Gemeinschaften, Industriestatistik
1971, Nr. 2, Luxemburg
Stat. Amt der Europ. Gemeinschaften, Energiestatistik
1972, Nr. 2, Luxemburg
Chemical Horizons, Intelligence Files, (Precasts),
Cleveland/Ohio und die dort angegebenen Quellen
- /88/ Stat. Amt der Europ. Gemeinschaften (Hrsgr.)
Außenhandel, Analytische Übersichten 1970, Band C:
Kapitel 28-38, Luxemburg
- /89/ K. Mellerowicz
Kosten und Kostenrechnung; Teil 2: Kalkulation und Aus-
wertung der Kostenrechnung und Betriebsabrechnung;
2. und 3. Auflage, Berlin, 1958
- /90/ Hydrocarbon-Processing, Nov. 1971
- /91/ H. Höfermann et alii
Eine Anzahl von Verfahren zur Herstellung von Polymeren,
insbesondere Synthesekautschuk, in: Chem.Ind., XXII,
April 1970
- /92/ Stanford Research Institute, Menlo Park, Calif.
- /93/ Mitteilungen der LURGI-Mineralöltechnik GmbH, Frankfurt,
1972
- /94/ Mitteilungen der UHDE GmbH, Bad Soden, 1972
- /95/ Mitteilungen der BAYER AG, Leverkusen, 1972
- /96/ Mitteilungen der BASF AG, Ludwigshafen, 1972
- /97/ Mitteilungen der GELSENBERG AG, Essen, 1972
- /98/ W. Kern
Kalkulation mit Opportunitätskosten, in: ZfB, Jg. 35
(1965), S. 133-147
- /99/ E. Gutenberg
Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Bd. 1, 12. Aufl.,
Berlin-Heidelberg-New York, 1966

- /100/ Stat. Amt der Europ. Gemeinschaften (Hrsg.)
Außenhandel, Analytische Übersichten, Band B, Band C,
Band D, Luxemburg, 1968-1971
- /101/ Deutsche Bundesbahn (Hrsg.)
Internationale Güterverkehrskarte, Frankfurt/Main,
Stand Januar 1968
- /102/ Eisenbahngüertarife der Länder BRD, Niederlande,
Belgien, Luxemburg, Frankreich, Italien, Schweiz,
Österreich, eingesehen bei: Dt. Bundesbahn, Ffm., 1973
- /103/ Mitteilungen der Dt. Bundesbahn, Ffm., 1973
- /104/ Mitteilungen des Energiewirtschaftlichen Instituts
an der Universität Köln, Nov. 1973
- /105/ A. Voss
Strokoop - A Programm on Long-Term Investigation of
Cost-Optimum Nuclear Power Systems, Jül-Bericht Nr.759,
Jülich, April 1971
- /106/ Stat. Amt der Europ. Gemeinschaften (Hrsg.)
Die Entwicklung der Heizölpreise in den Ländern der EWG
von 1955-1965, Luxemburg, 1969
- /107/ Mitteilungen von Dr. Ing. H. Engelhardt, 1973
- /108/ Europäische Wirtschaftsgemeinschaft, Kommission (Hrsg.)
Inventar der Steuern, Ausgabe 1965, o.O. und Jg.
- /109/ J. Eßer
Zwischenstaatliche Belastungs- und Strukturvergleiche,
Band 2, Heft 96, Hrsg.: Institut "Finanzen und Steuern"
e.V., Bonn, April 1973
- /110/ A.J. Foerster
Regionalpolitische Anreizprogramme im In- und Ausland
in: Handbuch der Unternehmenszusammenschlüsse, Vorab-
druck, 1972, S. 1089-1134
- /111/ P. Swoboda
Die Wirkungen steuerlicher Abschreibungen auf den Kapi-
talwert von Investitionsprojekten bei unterschiedlichen
Finanzierungsformen, in: ZfbF, Jg. 22(1970), S. 77-86

- /112/ Der Bundesminister für Wirtschaft und Finanzen (Hrsgr.)
Gemeinschaftsaufgabe "Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur", Drucksache VI/2451, Bonn, Juli 1971
- /113/ Investitionszulagegesetz vom 18.8.1969, BGBl. I, S.1211
- /114/ Gesellschaft für Wirtschaftsförderung mbH (Hrsgr.)
Richtlinien für die regionale Wirtschaftsförderung des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, März 1973
- /115/ Ministry of Economic Affairs (Hrsgr.)
Guide to the Establishing of Industrial Operations in The Netherlands, The Hague, 1968
- /116/ Institut "Finanzen und Steuern" (Hrsgr.)
Vermögenssteuern und Gewerbeabgaben in den Mitgliedsstaaten der EWG, Heft 82, Bonn, 1965, S. 22
- /117/ B. Gübbels
Die steuerliche Abschreibung im In- und Ausland. Hrsg.: Institut "Finanzen und Steuern", Heft 76, Bonn, 1964
- /118/ A. Scheerlinck
Belgien - besonders gastfreundliches Land für ausländische Investoren, in: Wirtschaft und Standort, Nr. 2, 1972
- /119/ Ministère des Affaires Economiques (Hrsgr.)
Loi sur l'expansion économique, 30.12.1970
- /120/ Das belgische Einkommensteuersystem, Ausarbeitung des Ministère des Affaires Economiques, o.O. und Jg.
- /121/ Ministère des Affaires Economiques (Hrsgr.)
Förderung ausländischer Investitionen in Belgien, Brüssel, Januar 1971
- /122/ Loi du 5 aout 1967, Doc. Parlem. Nr. 1227-Session ord. 1966-67
- /123/ Ministry of National Economy (Hrsgr.)
Luxemburg - ein moderner Industriestaat im Herzen Europas, Luxemburg , o.Jg.

- /124/ Hauptkommission für Raumordnung und regionale Aktion
 Unterstützungsmaßnahmen für regionale Entwicklung in
 Frankreich, o.O., August 1970

- /125/ J. Delattre, J. Kergall
 Zusammenfassende Darstellung des französischen Gesell-
 schaftsrechts und seiner steuerlichen Konsequenzen,
 Hrsg.: Hauptkommission für Raumordnung und regionale
 Aktion, Frankreich, Oktober 1970

- /126/ Istituto per l'Assistenza allo Sviluppo des Mezzogiorno
 (Hrsg.)
 Investing in the Mezzogiorno, Rom, o.Jg.

- /127/ The Economist Intelligence Service
 The Mezzogiorno: Investment Prospects for the Seventies,
 o.O., 1970

- /128/ Istituto Mobiliare Italiano
 Gründung von Unternehmen in Italien, Rom 1970

- /129/ Europäische Gemeinschaften, Kommission (Hrsg.)
 Gemeinschaftliche Maßnahmen zur Rechtsangleichung
 (1958-1971) in: Bulletin der EG, Beilage 9, Brüssel,
 Sept. 1972

- /130/ Th. Wessels
 Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Energiekosten,
 München, 1966

ANHANG I

Rechenprogramm zum Kraftwerksvergleich


```

REAL AN(30),RN(30),DRN(30),QN(30),DQN(30),SDQN(30),KN(30),AQ(30),
SRQ(30),DRQ(30),QQ(30),DQQ(30),SDQQ(30),KQ(30), EK(5),QEN(30),
1GKQ(30),GQ(30),GKQ(30),RQE(20), ALN(30),ABRN(30),STKAPN(30)
2,STERTN(30),STGESQ(30),SUMSTN(30),ALQ(30),ABRQ(30),STKAPQ(30),
3STERTQ(30),STGESN(30),SUMSTQ(30),ZDIQ(3),FKNT(30),DFKNT(30),
4ANLK(12),ANLKQ(12),ZK(31)
INTEGER T

```

```

C
C
C   KONSTANTEN

```

```

N=30
PIAZ=20.
PS=0.06
RL=0.095
RU=0.06
Z=0.08
SSG=0.05*3./((1.+0.05*3.)
SSK=0.2455
URA=40.
QELP=140.
BDHL=194*7.2*PS
EN=189.*7.2*PS
FAN=5.63
FAD=1.63

```

```

C
C
C   PARAMETER

```

```

          ANLK(M)
          ANLKQ(M)

```

```

DO 500 M=1,6
  ANLK(M)=0.
  ANLKQ(M)=0.
  ANLK(M)=ANLK(M)+237.*(1.+(M-1)*0.2)
  ANLKQ(M)=ANLKQ(M)+86.*(1.+(M-1)*0.2)
500 CONTINUE

```

```

          ROE(K)

```

```

DO 700 K=1,17
  ROE(K)=0.
  ROE(K)=ROE(K)+(5.+(K-1))/1000.
700 CONTINUE

```

```

          EK(L)

```

```

EK(1)=0.
EK(2)=50.
EK(3)=100.
EK(4)=150.
EK(5)=259.3

```

```

          ZDIQ(I)

```

```

ZDIQ(1)=0.15
ZDIQ(2)=0.2
ZDIQ(3)=0.25

```

```

          ZK(J)

```

ZK(1)=0.05
 ZK(2)=0.075
 ZK(3)=0.1
 ZK(4)=0.125
 ZK(5)=0.15
 ZK(6)=0.175
 ZK(7)=0.2
 ZK(8)=0.225

C
 C
 C

BERECHNUNG EIGENKAPITALERTRAGSWERT NACH STEUERN HTR

DD 600 M=1,1
 DD 400 K=1,17
 DD 300 L=3,3
 DD 200 I=1,3
 DD 100 J=3,3
 DD 10 T=1,N

AN(T)=0.
 RN(T)=0.
 DRN(T)=0.
 QN(T)=0.
 DON(T)=0.
 SDON(T)=0.
 KN(T)=0.
 GEN(T)=0.
 GKON(T)=0.
 ALN(T)=0.
 ABRN(T)=0.
 STKAPN(T)=0.
 STERTN(T)=0.
 STGESN(T)=0.
 SUMSTN(T)=0.
 FKNT(T)=0.

AKN=ANLK(M)
 UKN=22,3
 PKN=AKN+UKN=EK(L)
 IF (PKN) 12,12,13

12

PKN=0.

13

CONTINUE

IF (T, LE, FIAZ) GOTO 33

PKN=0.

AKN=0.

AVN=0.

33

CONTINUE

FKNT(T)=FKNT(T)+PKN*(1.=T/FIAZ)

DFKNT(T)=0.

ZAPKN=Z+PKN*(1.=(T-1)/FIAZ)

AFAN=AKN/FIAZ

AVN=AKN*(1.=T/FIAZ)

TILBN=PKN/FIAZ

VAN=9,4*((1.+RL)**T)

BAN=((2,356+189,7,2)/20,92)*(34,2+0,96*(URA*(0,7816+0,2184*
 \$(1.+RU)**T)))/1000.

AN=I+ZAPKN+AFAN+VAN+BAN

GEWKN=AKN*(1.=T/FIAZ)+UKN

```

      GEKSTN=0.002*3.*GEWKN
      IF(T.GT.1) GOTO 6
      GEVN=0.
      GOTO 8
6      GEVN=GEN(T=1)
      IF(GEVN) 8,8,9
9      GEVN=0.
8      CONTINUE
      GEN(T)=EN=(ANH1+AFAN+0.002*3.*GEWKN)+ZAFKN+GEVN
      GEESTN=SSG*GEN(T)
      IF(GEN(T)) 15,15,16
15     GEESTN=0.
16     CONTINUE
      GEWSTN=GEKSTN+GEESTN
      IF(T.GT.1) GOTO 17
      GKVN=0.
      GOTO 18
17     GKVN=GKON(T=1)
      IF(GKVN) 18,18,19
19     GKVN=0.
18     CONTINUE
      GKON(T)=EN=(ANH1+AFAN+GEWSTN)+GKVN
      STKOEN=SSK*GKON(T)
      IF(GKON(T)) 31,31,32
31     STKOEN=0.
32     CONTINUE
      UVN=UKN
      BETVN=AVN+UVN
      VVN=BETVN-FKNT(T)
      VSTN=0.01*VVN
      IF(VVN) 2,2,3
2      VSTN=0.
2      CONTINUE
      ALN(T)=VAN
      ABRN(T)=BAN
      STKAPN(T)=GEKSTN+VSTN
      STERTN(T)=GEESTN+STKOEN
      STGESN(T)=STGESN(T)+STKAPN(T)+STERTN(T)
      AN(T)=AN(T)+ANH1+GEWSTN+STKOEN+VSTN+TILBN
C
      HN1=PAN+STGESN(T)+TILBN+ZAFKN
      HN2=HN1+VAN
      HN3=HN2+BAN
      IN=T
      PRINT, IN, PAN, HN1, HN2, HN3, AN(T), EN
C
      DRN(T)=DRN(T)+RN(T)/((1.+ZK(J))*T)
      QN(T)=EN=AN(T)
      DQN(T)=DQN(T)+QN(T)/((1.+ZK(J))*T)
      DFKNT(T)=DFKNT(T)+FKNT(T)/((1.+ZK(J))*T)
10     CONTINUE
      T=1
      SDQN(T)=SDQN(T)+DQN(T)
      SUMSTN(T)=SUMSTN(T)+STGESN(T)
4      T=T+1

```

```

SDQN(T)=SDQN(T-1)+DQN(T)
SUMSTN(T)=SUMSTN(T-1)+STGESN(T)
IF(T, EQ, N) GOTO 5
GOTO 4
9 CONTINUE
DO 11 T=1, N
KN(T)=KN(T)+SDQN(T)+DRN(T)=EK(L)=DFKNT(T)
11 CONTINUE
C
PRINT 53
53 FORMAT(1H1, 9X, 'PS', 8X, 'RDE', 7X, 'EK', 7X, 'ZDIO', 7X, 'ZK', 5X, 'AKN', 7X,
$ 'AKO')
PRINT 54, PS, RDE(K), EK(L), ZDIO(I), ZK(J), ANLK(M), ANLKQ(M)
54 FORMAT(9X, 7(F8.3, 2X))
PRINT 50
50 FORMAT(1H0, 1X, 'T', 6X, 'ALN', 6X, 'ABRN', 5X, 'STKAPN', 4X, 'STERTN', 6X,
$ 'AN', 6X,
$ 'SUMSTN', 7X, 'RN', 7X, 'DRN', 8X, 'QN', 7X, 'DQN', 6X, 'SDQN', 7X, 'KN')
DO 51 T=1, N
PRINT 52, T, ALN(T), ABRN(T), STKAPN(T), STERTN(T), AN(T), SUMSTN(T),
$ RN(T), DRN(T), QN(T), DQN(T), SDQN(T), KN(T)
52 FORMAT(1X, 12(2X, 12(F8.3, 2X)))
51 CONTINUE
C
C
C
BERECHNUNG EIGENKAPITALERTRAGSWERT NACH STEUERN OKW
DO 30 T=1, N
AD(T)=0.
RD(T)=0.
DRO(T)=0.
QD(T)=0.
DQD(T)=0.
SDQD(T)=0.
KO(T)=0.
GEO(T)=0.
GKQD(T)=0.
ALO(T)=0.
ABRO(T)=0.
STKAPD(T)=0.
STERTD(T)=0.
STGESD(T)=0.
SUMSTD(T)=0.
AKN=ANLK(M)
UKN=22.3
FKN=AKN+UKN-EK(L)
FKO=FKN
AKO=ANLKQ(M)
UKO=6.
DIO=EK(L)+FKO-(AKO+UKO)
IF(DIO) 23, 23, 24
23 DIO=0.
24 CONTINUE
BOH2=ZDIO(I)*DIO
EQ=ROH1+BOH2
IF(FKO) 20, 20, 21

```

```

20 PKO=0.
21 CONTINUE
   IF(T,LE,PIAZ) GOTO 35
   PKO=0.
   AKO=0.
   AVO=0.
35 CONTINUE
   ZAPKO=Z*FKO*(1.-(T-1)/PIAZ)
   TILBO=PKO/PIAZ
   AFAO=AKO/PIAZ
   AVO=AKO*(1.-T/PIAZ)
   VAO=4.61*(1.+RL)**T
   BAO=((2.47*194.*7.2)/9800.)*100.
   IF(T,EQ,1) GOTO 36
   BAO=((2.47*194.*7.2)/9800.)*(DELP*((1.+RDE(K))**(T-2)))
36 CONTINUE
   AQH1=ZAPKO+FAO+VAO+BAO
   GEWKO=AKO*(1.-T/PIAZ)+UKO+DIO
   GEKSTO=0.002*2.*GEWKO
   IF(T,GT,1) GOTO 41
   GEVO=0.
   GOTO 42
41 GEVO=GED(T-1)
   IF(GEVO) 42,42,43
43 GEVO=0.
42 CONTINUE
   GED(T)=ED=(AQH1+AFAO+0.002*2.*GEWKO)+ZAPKO+GEVO
   GEESTO=SSG*GED(T)
   IF (GED(T)) 22,22,44
22 GEESTO=0.
44 CONTINUE
   GEWSTO=GEKSTO+GEESTO
   IF(T,GT,1) GOTO 45
   GKVO=0.
   GOTO 46
45 GKVO=GKOO(T-1)
   IF(GKVO) 46,46,47
47 GKVO=0.
46 CONTINUE
   GKOO(T)=EO=(AQH1+AFAO+GEWSTO)+GKVO
   STKOO=SSK*GKOO(T)
   IF(GKOO(T)) 48,48,49
48 STKOO=0.
49 CONTINUE
   UVQ=UKO
   BETVO=AVO+UVQ+DIO
   VVO=BETVO-PKNT(T)
   VSTO=0.01*VVO
   IF(VVO) 25,25,26
25 VSTO=0.
26 CONTINUE
   ALQ(T)=VAO
   ABRQ(T)=BAO
   STKAPQ(T)=GEKSTO+VSTO
   STERTQ(T)=GEESTO+STKOO

```

```

      STGESQ(T)=STGESQ(T)+STKAPQ(T)+STERTQ(T)
      AQ(T)=AQ(T)+AQH1+GEWSTQ+STKQEQ+VSTQ+T*ILBQ
C
      HQ1=PAQ+STGESQ(T)+T*ILBQ+ZAFKQ
      HQ2=HQ1+VAC
      HQ3=HQ2+BAC
      IQ=T+1000
      PRINT, IQ, PAQ, HQ1, HQ2, HQ3, AQ(T), EQ
C
      DRQ(T)=DRQ(T)+RQ(T)/((1.+ZK(J))*T)
      QQ(T)=EQ+AQ(T)
      DQQ(T)=DQQ(T)+QQ(T)/((1.+ZK(J))*T)
20    CONTINUE
      T=1
      SDQQ(T)=SDQQ(T)+DQQ(T)
      SUMSTQ(T)=SUMSTQ(T)+STGESQ(T)
27    T=T+1
      SDQQ(T)=SDQQ(T-1)+DQQ(T)
      SUMSTQ(T)=SUMSTQ(T-1)+STGESQ(T)
      IF(T,EQ,N) GOTO 28
      GOTO 27
28    CONTINUE
      DO 29 T=1,N
      KQ(T)=KQ(T)+SDQQ(T)+DRQ(T)-EK(L)=DPKNT(T)
29    CONTINUE
C
      PRINT 70
70    FORMAT(1H0,1X,'T',6X,'ALQ',6X,'ABRO',5X,'STKAPQ',4X,'STERTQ',6X,
$ 'AQ',6X,
$ 'SUMSTQ',7X,'RQ',7X,'DRQ',8X,'QQ',7X,'DQQ',6X,'SDQQ',7X,'KQ')
      DO 71 T=1,N
      PRINT 52,T,ALQ(T),ABRO(T),STKAPQ(T),STERTQ(T),AQ(T),SUMSTQ(T),
$ RQ(T),DRQ(T),QQ(T),DQQ(T),SDQQ(T),KQ(T)
71    CONTINUE
100  CONTINUE
200  CONTINUE
300  CONTINUE
400  CONTINUE
600  CONTINUE
      STOP
      END
/*      END OF JOB

```


ANHANG II

Verfahren des Chemiekomplexes

Produkt: Naphthaspaltung
Verfahren: Steamcracking
Spaltschärfe 0,689

Proportionale IN-(-) und Outputs (+):

Athylen	+	1,-	t
Propylen	+	0,689	t
C ₄ -Fraktion	+	0,537	t
Pyrolysebenzin und C ₅	+	1,478	t
Pyrolyse-Heizöl	+	0,074	t
CH ₄ -reiches Gas (80 Vol%)	+	0,456	t
H ₂ -reiches Gas (93 Vol%)	+	0,061	t
Verluste	+	0,064	t
Naphtha	-	4,360	t
Kühlwasser	-	502,-	m ³
behandeltes Wasser	-	0,452	m ³
HT-Wärme 3·10 ⁹ cal/tC ₂ H ₄	-	3,-	10 ⁹ cal
HD-PD	-	3,-	t
Strom	-	1000,-	kwh

Nicht proportionale Inputs:

Arbeiter	44,-	A/a
Degressionsexponent	0,4	
Überwachung	20,-	%A
Instandhaltung	4,-	%J

INVESTITION (1.4.71)

Prozeßanlage (ONSITES) + Neben-
und Hilfsbetriebe (OFFSITES)

Zwischensumme	207.070,4	10 ³ DM
Ingenieurgebühren (15%)		
Gesamtanlageinvestition	238.131,0	10 ³ DM
Degressionsexponent	0,665	
<u>Kapazität</u> (8.000 h/a)	460.000	t/a
Wirtschaftliche Betriebsgröße	200.000 - 500.000	t/a

Quelle: Mitteilungen der Gelsenberg AG, Essen (1972)

Produkt: Propylen-polymer grade-
Verfahren: Lurgi (Wärmepumpenschaltung)

Proportionale In-(-) und Outputs (+):

Propylen-chemical grade-	-	1,06	t
Propylen-polymer grade	+	1,-	t
Dampf (ND)	-	0,223	t
Strom	-	144,-	kwh
Kühlwasser	-	17,65	m ³

Nicht proportionale Inputs:

Arbeiter	8,-	A/a
Angestellte		A/a
Instandhaltung	2,5	%J

Investition (1.4.71)

Prozeßanlage (Onsites)	14,608,7	10 ³ DM
+ Neben- und Hilfs- betriebe (Offsites)		
Zwischensumme	14.608,7	10 ³ DM
Ingenieurgebühren (15%)		
Gesamtanlageinvestition	16.800,-	10 ³ DM
Degressionsexponent	0,65	

Kapazität (8.000 h/a) 230.000,- t/a

Wirtschaftliche Betriebsgröße:
entsprechend Propylen-chemical grade- Erzeugung

Quelle: Mitteilungen der Lurgi Mineralöltechnik GmbH
Frankfurt/Main (1972)

Produkt: Butadien

Verfahren: NMP-Extraktion

Proportionale In-(-) und Outputs (+):

Butadien	+	1,-	t
C ₄ -Crackschnitte	-	2,64	t
NMP			
Cert-Butylcatechol	-	21,-	DM
Kühlwasser	-	54,-	m ³
Dampf (HD)	-	3,7	t
Strom	-	110,-	kwh
Kälte	-	8,15	Nm ³

Nicht proportionale Inputs:

Arbeiter	12,-	M/ a
Überwachung	20,-	%A
Reparaturen	4,-	%J

Investition (1.4.71)

Prozeßanlage (Onsites)
+ Neben- und Hilfsbe-
triebe (Offsites)

= Zwischensumme

+ Ingenieurgebühren (15%)

= Gesamtanlageinvestition 17.233,1

10³DM

Degressionsexponent 0,578

Kapazität (8.000 h/a) 45.965,9 t/a

Wirtschaftliche Betriebs- 40.000
größe - 150.000 t/a

Quelle: G.E. Haddeland, Butadiene, SIR-Report Nr. 35
Menlo Park, März 1968, S. 143 ff.

Produkt: Trennung C₅-Fraktion von
Pyrolysebenzin

Verfahren: Gelsenberg AG

Proportionale In-(-) und Outputs (+):

C ₅ -Fraktion-Pyrolysebenzin			
Gemisch	-	1,22	t
C ₅ -Fraktion	+	0,22	t
Pyrolysebenzin	+	1,-	t
Kühlwasser	-	63,4	m ³
Dampf (ND)	-	4,9	t
Strom	-	243,9	kwh

Nicht proportionale Inputs:

Arbeiter	-		
Überwachung		0,04	% I
(Aggregat ist integriert in Naphtha-Spaltungsanlage)			

Investition (1.4.71)

Prozeßanlage (Onsites)	3.500,-	10 ³ DM
+ Neben- und Hilfsbe- triebe (Offsites)	-	
Zwischensumme	3.500,-	10 ³ DM
Ingenieurgebühren (15%)		
Gesamtanlageinvestition	4.025,-	10 ³ DM
Degressionsexponent	0,65	

Kapazität (8.000 h/a) 487.805,- t/a

Wirtschaftliche Betriebsgröße:
entsprechend Pyrolysebenzin C₅-Gemisch Durchsatz

Quelle: Mitteilungen der Gelsenberg AG, Essen (1972)

Produkt: Benzol und sonstige Aromate (BTX-Aromate)

Verfahren: BASF-Scholven, Arosolvanextraktion Lurgi

Proportionale In-(-) und Outputs (+) bzw. auf 1 t
Pyrolysebenzin:

Pyrolysebenzin	-	1,-	t
Benzol	+	0,3	t
Toluol	+	0,15	t
Xylol	+	0,07	t
Höhere Aromaten als VK	+	0,01	t
Sonst.höhere Aromaten	+	0,04	t
Nicht-Aromaten	+	0,43	t
H ₂	-	160,-	Nm ³
Kühlwasser	-	41,-	m ³
Dampf (HD)	-	0,513	t
Dampf (ND)	-	0,52	t
Strom	-	36,-	kwh
Lösungsmittel	-	0,13	DM

Nicht proportionale Inputs:

Arbeiter	10,-	M/a
Überwachung	20,-	%A
Reparaturen	3,-	%J

Investition (1.4.71)

Kalthydrierung	3.510,0	10 ³ DM
Ing.Gebühr (15%)	+ 526,5	10 ³ DM
	= 4.036,5	
Gasphasenhydrierung (turn key)	+ 6.581,9	10 ³ DM
Arosolvanextraktion (turn key)	+ 6.868,3	10 ³ DM
Zwischensumme	= 17.486,7	
Preiskorrektur(1.06)	+ 1.049,2	
Zwischensumme (1971)	= 18.535,9	10 ³ DM
Offsites Kalth.	1.357,6	
Gesamtanlageinvesti- tion	19.893,5	
Degressionsexponent	0,675	

Kapazität (8.000 h/a)

Pyrolysebenzindurchsatz	400.000	t/a
Wirtschaftliche Betriebs- größe	100.000 - 700.000	t/a

Quellen: H. Höfermann et alii, Verfahren zur Herstellung petro-
chemischer Grundstoffe (II), in Chem.Ind.Jan. 1970, S. 34 ff.
D.E. Oliver, Aromatics, SIR-Report Nr. 30, Menlo Park, Oct. 1967,
S. 152, (Offsites) Mitteilungen der Lurgi GmbH, Frankfurt (1972).

Produkt: Benzol
 Verfahren: Dealkylierung des Toluols
 Proportionale In-(-) und Outputs (+):

Benzol	+	1,-	t
Toluol	-	1,220	t
H ₂	-	1653,9	Nm ³
Kühlwasser	-	19,2	m ³
Dampf (ND)	-	0,75	t
Strom	-	79,-	kwh
Kälte	-	0,0153	10 ⁹ cal
Heizenergie	-	0,091	10 ⁹ cal
Gutschrift für Heizenergie	+	5,333	10 ⁹ cal

Nicht proportionale Inputs:

Arbeiter	12,-	A/a
Laboratorien	20,-	%CA
Überwachung	4,-	%KA

Investition (1.4.71)

Prozeßanlage (Onsites)	6.399,2	10 ³ DM
+ Neben- und Hilfsbe- triebe (Offsites)	<u>752,6</u>	10 ³ DM
Zwischensumme	7.151,8	10 ³ DM
+ Ingenieurgebühren (15%)		
= Gesamtanlageinvestition	8.224,6	
Degressionsexponent	0,595	

Kapazität (8.000 h/a) 74.938,5 t/a

Wirtschaftliche Betriebs- 30.000,- t/a
 gröÙe ./. 150.000,-

Quelle: D.E. Oliver, Aromatics, SIR-Report Nr. 30, Menlo Park,
 Oct. 1967, S. 183 ff.

Produkt: Propylenoxid
Verfahren: Elektrochemische Chlorhydrierung

Proportionale In-(-) und Outputs (+):

Propylenoxid	+	1,-	t
Propylen	-	0,83	t
Hydrochlorsäure	-	0,374	t
Lösungsmittel	-	-,80	DM
Kühlwasser	-	40,5	m ³
Dampf (HD)	-	1,19	t
Strom	-	5040,-	kwh

Nicht proportionale Inputs:

Arbeiter	20,-	A/a
Überwachung	20,-	%KA
Instandhaltung	5,-	%J

Investition (1.4.71)

Prozeßanlage (Onsites)	18.166,3	10 ³ DM
+ Neben- und Hilfsbetriebe (Offsites)	<u>2.714,9</u>	10 ³ DM
Zwischensumme	20.881,2	10 ³ DM
+ Ingenieurgebühren (15%)		
= Gesamtanlageinvestition	24.013,4	10 ³ DM
Degressionsexponent	0,79	

<u>Kapazität</u> (8.000 h/a)	32.176,1	t/a
Wirtschaftliche Betriebsgröße	≥ 30.000,-	t/a

Quelle: Yen-Chen Yen, Propylene Oxid and Ethylene Oxid, Supplement A, SIR-Report Nr. 2a, Menlo Park, Febr. 1967, S. 56 ff.

Produkt: Aceton

Verfahren: Katalytische Oxidation Hoechst-Uhde

Proportionale In-(-) und Outputs (+):

Aceton	+	1,-	t
Propylen	-	0,789	t
Luft	-	1150,-	Nm ³
Salzsäure (HCL 31%)	-	0,050	t
Katalysator	-	5,60	DM
Kühlwasser	-	600,-	m ³
Dampf (ND)	-	7,5	t
Strom	-	375,-	kwh
behandeltes Wasser	-	3,-	m ³

Nicht proportionale Inputs:

Arbeiter	12,-	M/a
Überwachung	20,-	%KA
Reparatur	4,-	%J

Investition (1.4.71)

Prozeßanlage (Onsites)	17.500,-	10 ³ DM
Preisk. Faktor (1,06)	<u>1.050,-</u>	10 ³ DM
+ Neben- und Hilfsbetriebe (Offsites)	18.550,-	10 ³ DM
	<u>2.822,4</u>	
= Zwischensumme	21.372,4	10 ³ DM
Ingenieurgebühren (15%)		
= Gesamtanlageinvestition	24.578.3	10 ³ DM
Degressionsexponent	0,67	

Kapazität (8.000 h/a) 35.000,- t/a

Wirtschaftliche Betriebsgröße ≥ 30.000,- t/a

Quellen: H. Höfermann et alii, Verfahren zur Erzeugung von petrochemischen Zwischenprodukten in: Chem.Ind. XXI. Dez. 1969, S. 867
Yen-Chen Yen, Phenol, SIR-Rep.Nr. 22, Menlo Park, April 1967, S. 225 ff. (Offsites)

Produkt: Isopropylalkohol
 Verfahren: Propylenhydratation, Tokuyama Soda, Ltd.
 Proportionale In-(-) und Outputs (+):

Isopropylalkohol	+	1,-	t
Propylen	-	0,73	t
Chemikalien, Katalysatoren	-	3,83	DM
Dampf (ND)	-	3,8	t
Strom	-	110,-	kwh
Kühlwasser	-	185,-	m ³
Heizenergie	-	0,27	10 ⁹ cal

Nicht proportionale Inputs:

Arbeiter	24,-	A/a
Angestellte		A/a
Instandhaltung	4,-	%J

Investition (1.4.71)

Prozeßanlage (Onsites)	7.656,-	10 ³ DM
+ Neben- und Hilfsbetriebe (Offsites)	<u>1.609,-</u>	10 ³ DM
= Zwischensumme	8.265,-	
+ Ingenieurgebühren (15%)		10 ³ DM
= Gesamtanlageinvestition	9.504,8	10 ³ DM
Degressionsexponent	0,67	

<u>Kapazität</u> (8.000 h/a)	30.000,-	t/a
------------------------------	----------	-----

Wirtschaftliche Betriebsgröße	ab 20.000,-	t/a
-------------------------------	-------------	-----

Quellen: Hydrocarbon Processing, Nov. 1971, S. 172;
 Yen-Chen Yen, Phenol, SIR-Report Nr. 22, Menlo Park,
 April 1967, S. 225 ff. (Offsites)

Produkt: Acrylsäure
 Verfahren: Toyo Soda Manufacturing (Ltd)
 Proportionale In-(-) und Outputs (+):

Acrylsäure	+	1,-	t
Propylen	-	0,88	t
Katalysatoren/Chemikalien	-	0,48	DM
Dampf (ND)	-	1,-	t
Strom	-	1100,-	kwh
Kühlwasser	-	50,-	m ³

Nicht proportionale Inputs:

Arbeiter	28,-	A/a
Angestellte	1,-	A/a
Instandhaltung	3,-	%I

Investition (1.4.71)

Prozeßanlage (Onsites)	36.846,3	10 ³ DM
+ Neben- und Hilfsbetriebe (Offsites)	<u>1.225,4</u>	10 ³ DM
= Zwischensumme	38.071,7	10 ³ DM
+ Ingenieurgebühren (15%)		10 ³ DM
= Gesamtanlageinvestition	43.782,4	10 ³ DM
Degressionsexponent	0,67	

<u>Kapazität</u> (8.000 h/a)	30.000,-	t/a
Wirtschaftliche Betriebsgröße	≥ 10.000,-	t/a

Quellen: Hydrocarbon Processing, Nov. 1969, S. 145
 Mitteilungen der BAYER AG (1972)
 Yen-Chen Yen, Phenol, SIR-Report, Nr. 22, Menlo Park,
 April 1967, S. 225 ff. (Offsites)

Produkt: Isobutylene

Verfahren: BASF

Proportionale In-(-) und Outputs (+):

Isobutylene	+	1,-	t
n-Butylene	+	1,-	t
Butengemisch	-	2,-	t
Heizenergie	-	1,07	10 ⁹ cal
Strom	-	500,-	kwh
Dampf (ND)	-	2,5	t
Chemikalien	-	1,-	DM
Kühlwasser	-	400,-	m ³

Nicht proportionale Inputs:

Arbeiter	24,-	A/a
Angestellte	-	A/a

Investition (1.4.71)

Prozeßanlage (Onsites)	25.978,2	10 ³ DM
+ Neben- und Hilfsbetriebe (Offsites)	<u>6.053,2</u>	10 ³ DM
= Zwischensumme	32.031,4	10 ³ DM
+ Ingenieurgebühren (15%)		
= Gesamtanlageinvestition	36.836,1	10 ³ DM
Degressionsexponent	0,64	

Kapazität (8.000 h/a) 75.300,- t/a

Wirtschaftliche Betriebsgröße $\geq 10.000,-$ t/a

Quellen: H. Höfermann et alii. (II) a.a.O. S. 33
 Mitteilungen der BASF, Ludwigshafen (1972)
 G.E. Haddeland, a.a.O. S. 143 (Offsites)

Produkt: Methyläthylketon

Verfahren: Hoechst-Uhde, Luftoxidation

Proportionale In-(-) und Outputs (+):

Methyläthylketon-MEK-	+	1,-	t
n-Butylen (mm. 90 Vol%)	-	1,-	t
Luft	-	1180,-	m ³
HCL (31%)	-	0,12	t
Katalysatoren/Chemikalien	-	1,45	DM
Dampf (HD)	-	0,4	t
Dampf (ND)	-	4,-	t
Strom	-	600,-	kwh
Kühlwasser	-	396,-	m ³
Wasser	-	5,-	m ³

Nicht proportionale Inputs:

Arbeiter	30,-	A/a
Angestellte	20,-	%KA
Instandhaltung	4,-	%J

Investition (1.4.71)

Prozeßanlage (Onsites)

+ Neben- und Hilfsbetriebe (Offsites)

= Zwischensumme

+ Ingenieurgebühren (15%)

= Gesamtanlageinvestition 41.600,- 10³DM

Degressionsexponent 0,7

Kapazität (8.000 h/a) 75.200,- t/a

Wirtschaftliche Betriebsgröße ab 10.000,- t/a

Quellen: Hydrocarbon Processing, Nov. 1969, S. 204

Mitteilungen der Hoechst-Uhde GmbH, Bad Soden (1972)

Produkt: Para- und Orthoxylol

Verfahren: UOP-Isomerisierung einschließlich
M-Xylol Rezyklierung

Proportionale In-(-) und Outputs (+):
(bezogen auf 1 t Einsatz)

Mischxylol	-	1,-	t
O-Xylol	+	0,4	t
P-Xylol	+	0,5	t
Vergasertreibstoff	+	0,1	t
Strom	-	203,-	kwh
Dampf (HD)	-	0,8	t
Dampf (ND)	-	2,5	t
Heizenergie	-	0,97	10 ⁹ cal
Kühlwasser	-	20,-	m ³

Nicht proportionale Inputs:

Arbeiter	90,-	A/a
Angestellte	1,-	A/a
Instandhaltung	3,5	%I

Investition (1.4.71)

Prozeßanlage (Onsites)	33.500,-	10 ³ DM
+ Neben- und Hilfsbe- triebe (Offsites)	<u>3.200,-</u>	10 ³ DM
= Zwischensumme	36.700,-	10 ³ DM
+ Ingenieurgebühren (15%)		
= Gesamtanlageinvestition	42.205,-	10 ³ DM
Degressionsexponent	0,67	

<u>Kapazität</u> (8.000 h/a)	100.000,- (Mischxylol)	t/a
Wirtschaftliche Betriebs- größe	≥ 80.000,- (Mischxylol)	t/a

Quelle: Mitteilungen der Gelsenberg AG, Essen (1972)

Produkt: SB-Kautschuk
 Verfahren: Polymerisation
 Proportionale In-(-) und Outputs (+):

SB-Kautschuk	+	1,-	t
Butadien	-	0,788	t
Styrol	-	0,242	t
Chemikalien	-	230,-	DM
Strom	-	250,-	kwh
Dampf (ND)	-	3,5	t
Druckluft (5at)	-	205,-	Nm ³
Kälte	-	0,35	10 ⁹ cal
behandeltes Wasser	-	12,-	m ³
sonst. Wasser	-	40,-	m ³

Nicht proportionale Inputs:

Arbeiter	228,-	A/a
Angestellte		A/a
Instandhaltung	5,-	%I

<u>Investition</u> (1.4.71)		
Prozeßanlage (Onsites)	23.807,6	10 ³ DM
+ Neben- und Hilfsbe- triebe (Offsites)	<u>14.750,3</u>	10 ³ DM
= Zwischensumme	38.557,9	10 ³ DM
+ Ingenieurgebühren (15%)		
= Gesamtanlageinvestition	44.341,6	10 ³ DM
Degressionsexponent	0,54	
<u>Kapazität</u> (8.000 h/a)	80.000,-	t/a
Wirtschaftliche Betriebs- größe	≥ 15.000,-	t/a

Quellen: H. Höfermann et alii. Eine Auswahl von Verfahren zur Herstellung von Polymeren, insbesondere Synthesekautschuk, in Chem.Ind. XXII, April 1970, S. 229
 R.L. Magovern, Ethylene-Propylene, Co- and Terpolymers, SIR-Report, Menlo Park, April 1965, S. 62 (Offsites)

Produkt: Polybutadien-Kautschuk (Cis-Polybutadien)
 Verfahren: Polymerisation mit Ziegler-Natta-Katalysatoren
 (BUNA-CB)

Proportionale In-(-) und Outputs (+):

Kautschuk	+	1,-	t
Butadien	-	1,02	t
Lösungsmittel (Benzol)	-	0,045	t
Chemikalien	-	81,-	DM
Strom	-	400,-	kwh
Dampf (ND)	-	5,-	t
Druckluft (ND)	-	240,-	Nm ³
Stickstoff (5at)	-	16,-	Nm ³
Kälte	-	0,33	10 ⁹ cal
Kühlwasser	-	23,-	m ³

Nicht proportionale Inputs:

Arbeiter	51,-	A/a
Angestellte	-	A/a
Instandhaltung	5,-	%I

Investition (1.4.71)

Prozeßanlage (Onsites)	26.500,-	10 ³ DM
+ Neben- und Hilfsbe- triebe (Offsites)	<u>6.053,1</u>	10 ³ DM
= Zwischensumme	32.553,1	10 ³ DM
+ Ingenieurgebühren (15%)		
= Gesamtanlageinvestition	37.436,1	10 ³ DM
Degressionsexponent	0,43	

<u>Kapazität</u> (8.000 h/a)	30.000,-	t/a
Wirtschaftliche Betriebs- größe	≥ 30.000,-	t/a

Quellen: H. Höfermann et alii. Eine Auswahl ..., a.a.O. S. 229
 R.C. Magovern, Ethylene-Propylene ..., a.a.O. S. 62
 R.L. Magovern, Linear Polyethylene ..., a.a.O. S. 169
 (Offsites)

Produkt: Äthylen-Propylen-Kautschuk

Verfahren: Polymerisation mit Ziegler-Natta-Katalysatoren

Proportionale In-(-) und Outputs (+):

Kautschuk	+	1,-	t
Äthylen	-	0,49	t
Propylen	-	0,49	t
Dien	-	0,04	t
Lösungsmittel	(vernachlässigbar gering)		
Chemikalien	-	150,-	DM
Strom	-	650,-	kwh
Dampf (HD)	-	1,-	t
Dampf (ND)	-	5,-	t
Druckluft (5at)	-	200,-	Nm ³
Stickstoff (5at)	-	140,-	Nm ³
Kühlwasser	-	500,-	m ³

Nicht proportionale Inputs:

Arbeiter	50,-	A/a
Angestellte	-	A/a
Instandhaltung	5,-	%I

Investition (1.4.71)

Prozeßanlage (Onsites)	28.620,-	10 ³ DM
+ Neben- und Hilfsbetriebe (Offsites)	<u>4.961,1</u>	10 ³ DM

= Zwischensumme	33.581,1	10 ³ DM
-----------------	----------	--------------------

+ Ingenieurgebühren (15%)

= Gesamtanlageinvestition	38.618,3	10 ³ DM
---------------------------	----------	--------------------

Degressionsexponent	0,39
---------------------	------

<u>Kapazität</u> (8.000 h/a)	20.000,-	t/a
------------------------------	----------	-----

Wirtschaftliche Betriebsgröße \geq 20.000,-		t/a
---	--	-----

Quellen: H. Höfermann, et alii. Eine Auswahl..., a.a.O. S. 230
R.L. Magovern, Ethylene-Propylene..., a.a.O. S. 62
R.L. Magovern, Linear Polyethylene..., a.a.O. S. 165
(Offsites)

Produkt: HD-Polyäthylen
 Verfahren: Tubular Reaktor
 Proportionale In-(-) und Outputs (+):

Polyäthylen	+	1,-	t
Äthylen	-	1,03	t
Chem., Lösungsmittel, Katal.,	-	13,90	DM
Kühlwasser	-	63,7	m ³
Strom	-	1683,-	kwh
Dampf (HD)	-	0,0296	t

Nicht proportionale Inputs:

Arbeiter	40,-	A/a
Überwachung	20,-	%KA
Instandhaltung	3,-	%I

Investition (1.4.171)

Prozeßanlage (Onsites)

+ Neben- und Hilfsbe-
 triebe (Offsites)

= Zwischensumme

+ Ingenieurgebühren (15%)

= Gesamtanlageinvestition 102.419,- 10³DM

Degressionsexponent 0,73

Kapazität (8.000 h/a) 91.931,8 t/a

Wirtschaftliche Betriebsgröße 50.000,- t/a

- 1.000.000,-

Quelle: R. Magovern, Low Density Polyethylene, SIR-Report Nr.36,
 Menlo Park, April 68, S. 117 ff.

Produkt: ND-Polyäthylen
 Verfahren: Ziegler-Katalysatoren
 Proportionale In-(-) und Outputs (+):

Polyäthylen	+	1,-	t
Äthylen	-	1,03	t
Chemikalien, Lösungsmittel Katalysatoren	-	77,80	DM
Stickstoff (Nitrogen) a(0,0211 DM/Nm ³)	-	13,4	Nm ³
Kühlwasser	-	372,-	m ³
Dampf (ND)	-	9,61	t
Prozeßwasser	-	39,2	m ³
Strom	-	636,-	kwh

Nicht proportionale Inputs:

Arbeiter	48,-	A/a
Überwachung	20,-	%A
Instandhaltung	6,-	%I

Investition (1.4.71)

Prozeßanlage (Onsites)

+ Neben- und Hilfsbe-
triebe (Offsites)

= Zwischensumme

+ Ingenieurgebühren (15%)

= Gesamtanlageinvestition 44.306,8 10³DM

Degressionsexponent 0,57

Kapazität (8.000 h/a) 27.579,5 t/a

Wirtschaftliche Betriebsgröße 30.000,- t/a

- 200.000,- t/a

Quelle: R.L. Magovern, Linear Polyethylene and Polypropylene
 SIR-Report Nr. 19, Menlo Park, Nov. 66, S. 169 ff.

Produkt: Polypropylen
 Verfahren: Polymerisation, Reinigung
 Proportionale In-(-) und Outputs (+):

Polypropylen	+	1,-	t
Propylen	-	1,042	t
Chemik.Lösungsm.Katalysatoren	-	91,-	DM
Kühlwasser	-	145,-	m ³
Strom	-	457,-	kwh
Dampf (ND)	-	3,45	t
Stickstoff	-	200,-	Nm ³

Nicht proportionale Inputs:

Arbeiter	40,-	A/a
Überwachung	20,-	%KA
Instandhaltung	6,-	%I

Investition (1.4.71)

Prozeßanlage (Onsites)

+ Neben- und Hilfsbe-
 triebe (Offsites)

= Zwischensumme

+ Ingenieurgebühren (15%)

= Gesamtanlageinvestition 63.388,8 10³DM

Degressionsexponent (scale down) 0,56 10³DM
 (scale up) 0,66 10³DM

Kapazität (8.000 h/a) 55.159,1 t/a

Wirtschaftliche Betriebsgröße 30.000,- t/a

- 150.000,- t/a

Quelle: R.L. Magovern, Linear Polyethylene and Polypropylene
 SIR-Report, Nr. 19a, Okt. 69, S. 105

Produkt: Äthylbenzol
 Verfahren: Aluminiumchloridprozeß
 Proportionale In-(-) und Outputs (+):

Äthylbenzol	+	1,-	t
Benzol	-	0,773	t
Äthylen	-	0,276	t
Chem.Lös.Kat.	-	7,80	DM
Kühlwasser	-	137,5	m ³
Dampf (ND)	-	2,13	t
Strom	-	3,5	kwh

Nicht proportionale Inputs:

Arbeiter	12,-	A/a
Überwachung	20,-	%KA
Instandhaltung	5,-	%I

Investition (1.4.71)

Prozeßanlage (Onsites)

+ Neben- und Hilfsbe-
 triebe (Offsites)

=Zwischensumme

+ Ingenieurgebühren (15%)

= Gesamtanlageinvestition 12.720,6

Degressionsexponent

0,55

10³DM

Kapazität (8.000 h/a) 102.504,-

t/a

Wirtschaftliche Betriebsgröße 50.000,-
 - 200.000,-

t/a

Quelle: Yen-Chen Yen, Styrene, SIR-Report Nr. 33, Menlo Park,
 1967, S. 47

Produkt: Styrol
 Verfahren: Dehydrogenation
 Proportionale In-(-) und Outputs (+):

Styrol	+	1,-	
Ethylbenzol	-	1,118	t
Chem.Los.Katal.		(vernachlässigbar)	DM
Kühlwasser	-	162,-	m ³
Dampf (HD)	-	4,2	t
Strom	-	24,2	kwh
Stickstoff	-	3,5	Nm ³

Nicht proportionale Inputs:

Arbeiter	28,-	A/a
Überwachung	20,-	%KA
Instandhaltung	5,-	%I

Investition (1.4.71)

Prozeßanlage (Onsites)

+ Neben- und Hilfsbe-
 triebe (Offsites)

= Zwischensumme	50.390,3	10 ³ DM
-----------------	----------	--------------------

+ Ingenieurgebühren (15%)

= Gesamtanlageinvestition	57.948,9	10 ³ DM
---------------------------	----------	--------------------

Degressionsexponent	0,60
---------------------	------

<u>Kapazität</u> (8.000 h/a)	91.931,8	t/a
------------------------------	----------	-----

Wirtschaftliche Betriebsgröße	50.000,-	t/a
	- 200.000,-	t/a

Quelle: Yen-Chen Yen, Styrene, SIR-Report Nr. 33, Menlo Park,
 Okt. 1967, S. 139

Produkt: Polystyrol
Verfahren: Massenpolymerisation
Proportionale In-(-) und Outputs (+):

Polystyrol	+	1,-	t
Styrol	-	0,988	t
Chem.Lös.Katal.	-	55,40	DM
Kühlwasser	-	20,2	m ³
Dampf (ND)	-	0,414	t
Strom	-	226,-	kwh
Stickstoff	-	0,582	Nm ³

Nicht proportionale Inputs:

Arbeiter	32,-	A/a
Überwachung	20,-	%KA
Instandhaltung	5,-	%I

Investition (1.4.71)

Prozeßanlage (Onsites)

+ Neben- und Hilfsbe-
triebe (Offsites)

= Zwischensumme

+ Ingenieurgebühren (15%)

= Gesamtanlageinvestition 12.855,7

10³DM

Degressionsexponent

0,70

Kapazität (8.000 h/a) 29.877,8

t/a

Wirtschaftliche Betriebsgröße ≥ 30.000,-

t/a

t/a

Quelle: Wing Sien Fong, Polystyrene, SIR-Report Nr. 39,
Menlo Park, Juni 1968, S. 163

Produkt: Chlor
Verfahren: Chloralkali-Elektrolyse mit Graphitanoden
Proportionale In-(-) und Outputs (+):

Chlor	+	1,-	t
Natronlauge	+	1,125	t
Wasserstoff	+	315,-	Nm ³
Streusalz	-	1,7	t
Chemikalien, Katalysatoren	-	18,30	DM
Kühlwasser	-	70,-	m ³
behandeltes Wasser	-	1,7	m ³
Strom	-	3730,-	kwh

Nicht proportionale Inputs:

Arbeiter	44,-	A/a
Angestellte (20% KA)		A/a
Instandhaltung	2,5	%J

Investition (1.4.71)

(Mitte 1970)		
Preisfaktor (1.06)	90.000,-	10 ³ DM
Gesamt-Anlage-Investition (turn key)	95.400,-	10 ³ DM
Degressionsexponent	1,-	10 ³ DM

<u>Kapazität</u> (8.000 h/a)	150.000,-	t/a
Wirtschaftliche Betriebs-	100.000,-	t/a
größe	- 250.000,-	t/a

Quelle: B. Bergmann, Tendenzen im Stromverbrauch der
Chemischen Industrie, Jül-Report, Nr. 741, Dez. 1970,
S. 22 ff.

Produkt: Vinylchlorid
 Verfahren: The Fluor Corp. Ltd.
 VC-Erzeugung ohne Wasserstoffchlorid

Proportionale In-(-) und Outputs (+):

Vinylchlorid	+	1,-	t
Äthylen	-	0,48	t
Chlor	-	0,67	t
Chem.Lös.Kataly.		(vernachlässigbar	gering)
Dampf (ND)	-	1,53	t
Strom	-	235,-	kwh
Kühlwasser	-	257,-	m ³
Heizenergie	-	9,735	10 ⁹ cal

Nicht proportionale Inputs:

Arbeiter	40,-	M/a
Überwachung	20,-	%KA
Instandhaltung	4,-	%

Investition (1.4.71)

Prozeßanlage (Onsites)	23.000,-	10 ³ DM
+ Neben- und Hilfsbetriebe (Offsites)	<u>571,-</u>	10 ³ DM
= Zwischensumme	23.571,-	
+ Ingenieurgebühren (15%)		
= Gesamtanlageinvestition	27.106,7	10 ³ DM
Degressionsexponent	0,65	

<u>Kapazität</u> (8.000 h/a)	90.600,-	t/a
Wirtschaftliche Betriebsgröße	60.000,-	t/a
	- 300.000,-	t/a

Quelle: Hydrocarbon Processing, Vol. 46, Nov. 1967, S. 240

Produkt: Polyvinylchlorid
Verfahren: Suspensionspolymerisation
Proportionale In-(-) und Outputs (+):

Polyvinylchlorid	+	1,-	t
Vinylchlorid	-	1,05	t
Chem.Lös.Katalysatoren	-	18,50	DM
Kühlwasser	-	86,3	m ³
Prozeßwasser	-	3,2	m ³
Dampf (HD)	-	1,797	t
Strom	-	242,-	kwh

Nicht proportionale Inputs:

Arbeiter	29,-	A/a
Überwachung	20,-	%KA
Instandhaltung	4,-	%J

Investition (1.4.71)

Prozeßanlage (Onsites)

+ Neben- und Hilfsbe-
triebe (Offsites)

= Zwischensumme

+ Ingenieurgebühren (15%)

= Gesamtanlageinvestition 21.107,1 10³DM

Degressionsexponent 0,59

Kapazität (8.000 h/a) 22.983,- t/a

Wirtschaftliche Betriebs- 100.000,- t/a

größe - 250.000,- t/a

Quelle: L.A. Kardos, Polyvinylchlorid, SIR-Report, Nr. 13,
Menlo Park, June 1966, S. 159

Produkt: Dimethylterephthalat
Verfahren: Sukzessive Oxidation und Veresterung,
Basis P-Xylol

Proportionale In-(-) und Outputs (+):

DMT	+	1,-	t
P-Xylol	-	0,874	t
Methanol	-	0,447	t
Katalysator	-	16,10	DM
Kühlwasser	-	918,-	m ³
Dampf (ND)	-	28,6	t
Strom	-	682,-	kwh
Heizenergie	-	1,145	10 ⁹ cal

Nicht proportionale Inputs:

Arbeiter	24,-	A/a
Überwachung	20,-	%KA
Instandhaltung	5,-	%J

Investition (1.4.71)

Prozeßanlage (Onsites)

+ Neben- und Hilfsbe-
triebe (Offsites)

= Zwischensumme

+ Ingenieurgebühren (15%)

= Gesamtanlageinvestition 39.991,2 10³DM

Degressionsexponent 0,69

Kapazität (8.000 h/a) 40.312,1 t/a

Wirtschaftliche Betriebs- 10.000,- t/a

größe - 500.000,- t/a

Quelle: L.M. Elkin, Dimethyl Terephthalate, SIR-Report Nr. 9,
Feb. 1966, S. 147

Produkt: Polyester-Granulat
 Verfahren: Basis DMT
 Proportionale In-(-) und Outputs (+):

Polyestergranulat	+	1,-	t
DMT	-	1,05	t
Äthylenglycol	-	0,42	t
Chem.Lös.Katalysator	-	22,50	DM
Kühlwasser	-	166,-	m ³
Dampf (HD)	-	1,6	t
Strom	-	467,-	kwh
Frischwasser	-	12,65	m ³
Heizenergie	-	9,58	10 ⁹ cal

Nicht proportionale Inputs:

Arbeiter	90,-	A/a
Überwachung	20,-	%KA
Instandhaltung	5,-	%J

Investition (1.4.71)

Prozeßanlage (Onsites)

+ Neben- und Hilfsbetriebe (Offsites)

= Zwischensumme 6.404,-

+ Ingenieurgebühren (15%)

= Gesamtanlageinvestition 7.364,6 10³DM

Degressionsexponent 0,65

Kapazität (8.000 h/a) 20.000,- t/a

Wirtschaftliche Betriebsgröße > 5.000,- t/a

Quelle: Mitteilungen der Lurgi Mineralöltechnik GmbH,
 Frankfurt (1972)

Produkt: Cyclohexan
Verfahren: Katalytische Flüssigphasen Hydro

Proportionale In-(-) und Outputs (+):

Cyclohexan	+	1,-	t
Benzol	-	0,97	t
H ₂ -Gas	-	30,585	10 ⁹ cal
Kühlwasser	-	1,12	m ³
behandeltes Wasser	-	0,96	m ³
Dampf (HD)	-	0,184	t
Dampf (ND)	+	0,944	t
Strom	-	8,8	kwh

Nicht proportionale Inputs:

Arbeiter	4,-	A/a
Überwachung	20,-	%KA
Instandhaltung	4,-	%J

Investition (1.4.71)

Prozeßanlage (Onsites + Engineering)	4.812,8	10 ³ DM
+ Neben- und Hilfsbetriebe (Offsites + Engineering)	<u>2.883,6</u>	10 ³ DM
= Zwischensumme		
+ Ingenieurgebühren (15%)		
= Gesamtanlageinvestition	7.696,4	10 ³ DM
Degressionsexponent		0,7

<u>Kapazität</u> (8.000 h/a)	100.000,-	t/a
Wirtschaftliche Betriebsgröße	≥ 40.000,-	t/a

Quellen: Hydrocarbon, Cyclohexane, Nov. 1971, S. 146,
Yen-Chen Yen, Phenol, SIR-Rep. Nr. 22, Menlo Park,
April 1967, S. 225 ff. (Offsites)

Produkt: Adipinsäure
Verfahren: Hydrogenation, HNO_3 -Oxidation

Proportionale In-(-) und Outputs (+):

Adipinsäure	+	1,-	t
Cyclohexan	-	1,-	t
Salpetersäure (intic)	-	0,903	t
Chem.Lös.Kat.	-	11,50	DM
Kühlwasser	-	375,-	m ³
behandeltes Wasser	-	25,-	m ³
Dampf (ND)	-	7,63	t
Strom	-	105,-	kwh
Heizenergie	-	0,044	10 ⁹ cal

Nicht proportionale Inputs:

Arbeiter	48,-	A/a
Überwachung	16,7	%KA
Instandhaltung	7,5	%J

Investition (1.4.71)

Prozeßanlage (Onsites)

+ Neben- und Hilfsbetriebe (Offsites)

= Zwischensumme

+ Ingenieurgebühren (15%)

= Gesamtanlageinvestition 10.122,7 10³DM

Degressionsexponent 0,61

Kapazität (8.000 h/a) 22.983,- t/a

Wirtschaftliche Betriebsgröße $\geq 15.000,-$ t/a

Quelle: H.C. Ries, Adipic Acid, SIR-Report Nr. 3
Menlo Park, März 1965, S. 107 ff.

Produkt: Acrylnitril
Verfahren: Propylen Ammoxidation

Proportionale In-(-) und Outputs (+):

Acrylnitril	+	1,-	t
Acetonitril	+	0,0491	t
Hydrogen	+	0,0491	t
Propylen	-	0,3727	t
Ammoniak	-	1,158	t
Chem. Lös. Kal.	-	53,70	DM
Kühlwasser	-	675,-	m ³
Dampf (ND)	-	12,63	t
Strom	-	118,-	kwh
Stickstoff	-	13,6	m ³
Heizenergie	-	1,09	10 ⁹ cal

Nicht proportionale Inputs:

Arbeiter	31,-	M/a
Überwachung	20,-	%KA
Instandhaltung	7,5	%J

Investition (1.4.71)

Prozeßanlage (Onsites)

+ Neben- und Hilfsbetriebe (Offsites)

= Zwischensumme

+ Ingenieurgebühren (15%) 10³DM

= Gesamtanlageinvestition 67.877,8 10³DM

Degressionsexponent 0,85

Kapazität (8.000 h/a) 45.965,9 t/a

Wirtschaftliche Betriebsgröße 40.000,- t/a

- 100.000,- t/a

Quelle: P.L. Morse, Acrylnitrile, SIR-Report Nr. 31,
Menlo Park, Nov. 1966, S. 67 ff.

Produkt: Hexamethyldiamin

Verfahren: Basis Acrylnitril

Proportionale In-(-) und Outputs (+):

HMDA	+	1,-	t
Acrylnitril	-	1,032	t
Wasserstoff (H ₂)	-	0,0704	t
Elektroden, Membranen	-	14,60	DM
Kühlwasser	-	1050,-	t
behandeltes Wasser	-	0,2	t
Dampf (ND)	-	7,25	t
Strom	-	5920,-	kwh
Stickstoff	-	7,7	Nm ³
Dow therm.	-	6,06	10 ³ cal

Nicht proportionale Inputs:

Arbeiter	32,-	A/a
Überwachung	20,-	%KA
Instandhaltung	6,-	%J

Investition (1.4.71)

Prozeßanlage (Onsites)

+ Neben- und Hilfsbetriebe (Offsites)

= Zwischensumme

+ Ingenieurgebühren (15%) 10³DM

= Gesamtanlageinvestition 26.336,1 10³DM

Degressionsexponent 0,71

Kapazität (8.000 h/a) 15.628,4 t/a

Wirtschaftliche Betriebsgröße \geq 15.000,- t/a

Quelle: P.L. Morse, Hexamethylene Diamine, SIR-Report Nr. 31, Menlo Park, Nov. 1967, S. 185 ff.

Produkt: Nylon 6-6, Chips

Verfahren: Über Nylonsalz

Proportionale In-(-) und Outputs (+):

Nylon-Chips	+	1,-	t
Adipinsäure	-	0,648	t
HMDA	-	0,523	t
Chem. Lös. Kat.	-	95,10	DM
Kühlwasser	-	74,50	m ³
Dampf (ND)	-	1,64	t
Strom	-	132,-	kwh
Heizenergie	-	1,64	10 ⁹ cal
Stickstoff	-	34,2	Nm ³

Nicht proportionale Inputs:

Arbeiter	36,-	A/a
Überwachung	20,-	%KA
Instandhaltung	5,-	%J

Investition (1.4.71)

Prozeßanlage (Onsites)

+ Neben- und Hilfsbetriebe (Offsites)

= Zwischensumme

+ Ingenieurgebühren (15%) 10³DM

= Gesamtanlageinvestition 8.389,2 10³DM

Degressionsexponent (scale down) 0,45
(scale up) 0,48

Kapazität (8.000 h/a) 13.789,8 t/a

Wirtschaftliche Betriebsgröße 13.000,- t/a

Quelle: Yen-Chen Yen, Nylon 6,6, SIR-Report Nr. 54,
Menlo Park, Nov. 1969, S. 137

Produkt: Caprolactam
Verfahren: Caprolacton in-situ Prozeß

Proportionale In-(-) und Outputs (+):

Caprolactam	+	1,-	t
Cyclohexan	-	1,32	m ³
Ammoniak	-	0,187	t
Acetaldehyd	-	0,603	t
Sauerstoff	-	0,445	t
Chem.Lös. Kat.	-	139,-	DM
Kühlwasser	-	1190,-	m ³
Prozeßwasser	-	5,-	m ³
Dampf (HD)	-	3,09	t
Dampf (ND)	-	16,40	t
Stickstoff	-	1,94	Nm ³
Heizenergie	-	7,17	10 ⁹ cal
Strom	-	770,-	kwh

Nicht proportionale Inputs:

Arbeiter	61,-	M/a
Überwachung	20,-	%KA
Instandhaltung	5,-	%J

Investition (1.4.71)

Prozeßanlage (Onsites)

+ Neben- und Hilfsbe-
triebe (Offsites)

= Zwischensumme

+ Ingenieurgebühren (15%)

= Gesamtanlageinvestition 54.674,8 10³DM

Degressionsexponent 0,65

Kapazität (8.000 h/a) 22.983,- t/a

Wirtschaftliche Betriebsgröße \geq 15.000,- t/a

Quelle: E.D. Oliver, Nylon 6, SIR-Report Nr. 41,
Menlo Park, Juli 1968, S. 193

Produkt: Nylon 6 Chips
Verfahren: Kontinuierliche Produktion

Proportionale In-(-) und Outputs (+):

Nylon 6 Chips	+	1,-	t
Caprolactam	-	0,955	t
Chem.Lös.Kat.	-	127,-	DM
Kühlwasser	-	91,2	t
Dampf (ND)	-	2,62	t
Strom	-	270,-	kwh
Stickstoff	-	68,6	Nm ³
Heizenergie	-	0,356	10 ⁹ cal

Nicht proportionale Inputs:

Arbeiter	32,-	A/a
Überwachung	20,-	%KA
Instandhaltung	2,-	%

Investition (1.4.71)

Prozeßanlage (Onsites)

+ Neben- und Hilfsbetriebe (Offsites)

= Zwischensumme 4.172,1 10³DM

+ Ingenieurgebühren (15%) 625,8 10³DM

= Gesamtanlageinvestition 4.797,9 10³DM

Degressionsexponent 0,53

Kapazität (8.000 h/a) 13.500,- t/a

Wirtschaftliche Betriebsgröße \geq 10.000,- t/a

Quelle: E.D. Oliver, Nylon 6, SIR-Report Nr. 41,
Menlo Park, July 1968, S. 94

ANHANG III

Unterlagen zur Festlegung von Absatzschwerpunkten

Die regionale Verteilung des Synthesekautschukverbrauchs in der Gummi- und Asbestindustrie der 6 EWG-Länder (1970)

Region	Arbeiter	ØStundenver- dienst	Regionale Ver- brauchsvertg.	
k	a_k	l_k	$a_k \cdot l_k$	$\frac{a_k \cdot l_k}{\sum a_k \cdot l_k} \cdot V$ 1970
	(10^3)	(E/h)	(10^3 E/h)	(10^3 t)
k=1 SH	2,2	4,15	9,130	7,1
2 HH	10,-	5,24	52,400	40,8
3 NS	21,7	4,97	107,845	83,9
4 BR	0,1	3,67	0,367	0,3
5 NRW	13,9	4,45	61,855	48,1
6 H	17,7	4,67	82,659	64,3
7 RP	5,-	3,92	19,600	15,2
8 BW	9,-	4,18	37,620	29,3
9 BAY	7,7	3,88	29,876	23,2
10 S	0,4	3,94	1,576	1,2
11 B	0,8	4,14	3,312	2,6
BRD	88,5	4,59	406,240	316,-
k=12 P	12,3	4,35	53,503	80,7
13 BP	14,3	3,57	51,051	77,0
14 N	1,6	4,12	6,592	10,-
15 E	1,3	3,61	4,693	7,1
16 OU	4,1	3,49	14,309	21,6
17 MC	6,4	4,17	26,688	40,3
18 BA	2,8	2,98	8,344	12,6
19 AR	5,4	3,59	19,386	29,3
20 M	0,7	3,23	2,261	3,4
Frankreich	48,8	3,83	186,829	282,-
k=21 PV	14,2	519	7.369,8	81,2
22 LIG	.	.	.	.
23 LOM	14,2	471	6.688,2	73,6
24 V	1,3	299	388,7	4,3
25 ER	2,6	341	886,6	9,8
26 T	2,2	324	712,8	7,8
27 LAZ	2,3	510	1.173,-	12,9
28 CAM	0,3	315	94,5	1,-
29 ALT	0,9	283	254,7	2,8
30 JTJ	0,2	269	53,8	0,6
ITALIEN	38,2	461,3	17.622,1	194,-
k=31 NSH	2,5	3,61	9,025	25,5
32 AND	6,7	3,57	23,919	67,5
NIEDERLANDE	9,2	3,58	32,944	93,-
BEL/LUX	-	-	-	54,-
EWG	-	-	-	939,-

Die regionale Verbrauchsverteilung von HD-PD, ND-PD, PST, PP, PVC auf die kunststoffverarbeitende Industrie in den 6 EWG-Ländern

Region	Arbeiter	Ø Stunden- verdienst	Regionale Ver- brauchsvertg.	
k	a_k	l_k	$a_k \cdot l_k$	$\frac{a_k \cdot l_k}{\sum a_k \cdot l_k} \cdot V$
	(10^3)	(E/k)	(10^3 E/h)	(10^3 t) 1970
k= 1 SH	0,9	3,68	3,312	16,5
2 HH	1,1	4,25	4,675	23,2
3 NS	8,9	4,08	36,312	180,6
4 BR	.	.	.	.
5 NRW	22,3	4,09	91,207	453,4
6 H	9,6	4,01	38,496	191,4
7 RP	6,8	4,03	27,404	136,3
8 BW	16,8	3,78	63,504	315,8
9 BAY	17,5	3,55	63,545	316,-
10 S	0,2	2,94	0,588	2,9
11 B	1,8	3,79	6,822	33,9
BRD	86,3	3,89	335,865	1.670,-
k=12 P	10,2	4,05	41,310	228,0
13 BP	8,5	3,46	29,410	162,4
14 N	3,1	3,15	9,765	53,9
15 E	4,9	3,37	16,513	91,2
16 OU	3,6	3,27	11,772	65,-
17 MC	1,-	3,04	3,040	16,8
18 BA	1,4	3,29	4,606	25,4
19 AR	10,8	3,79	40,932	226,-
20 M	1,8	3,63	6,534	36,1
Frankreich	45,3	3,62	163,882	904,8
k=21 P	6,3	398	2507,4	282,9
22 LIG	0,6	353	211,8	23,9
23 LOM	7,3	361	2635,3	297,4
24 V	3,1	318	985,8	111,2
25 ER	3,-	315	945,-	106,6
26 T	0,8	327	261,6	29,5
27 LAZ	0,3	337	101,1	11,4
28 C	0,9	315	283,5	32,-
29 AR	0,2	358	71,6	8,1
30 JJ	0,1	264	26,4	3,-
ITALIEN	22,6	355,-	8029,5	906,-
k=31 NSH	1,3	3,12	4,056	85,-
32 AP	2,9	2,91	8,439	177,-
NIEDERLANDE	4,1	2,98	12,495	262,-
k=33 BELGIEN/ LUX	5,4	42,64	230,256	204,5
EWG				3.947,3

Die regionale Verbrauchsverteilung der Kondensate auf die
Chemiefaserindustrie in den 6 EWG-Ländern

Region	Arbeiter	Ø-Stunden- verdienst		Regionale Verbrauchs- verteilung
k	a _k	l _k	a _k · l _k	$\frac{a_k \cdot l_k}{\sum a_k \cdot l_k} \cdot V \text{ 1970}$
k=1 SH	.	.	.	.
2 HH	.	.	.	.
3 NS	-	-	-	-
4 BR	-	-	-	-
5 NRW	20,4	4,89	99,686	267,3
6 H	.	.	.	.
7 RP	-	-	-	-
8 BW	5,-	4,62	22,936	61,5
9 BAY	.	.	.	.
10 S	-	-	-	-
11 B	.	.	.	.
BRD	38,4	4,72	181,248	486,-
k=12 P	.	.	.	.
13 RP	1,6	3,75	6,081	12,4
14 N	2,3	3,83	8,779	17,9
15 E	.	.	.	.
16 OU	-	-	-	-
17 MC	-	-	-	-
18 BA	.	.	.	.
19 AR	9,-	4,02	36,145	73,7
20 M	-	-	-	-
Frankreich	18,7	4,17	77,979	159,-
k=21 P	13,7	430	5888,8	108,8
22 Li	-	-	-	-
23 LOM	5,-	444	2224,5	41,1
24 V	.	.	.	.
25 ER	-	-	-	-
26 T	-	-	-	-
27 (AZ)	-	.	.	.
28 C	.	.	.	.
29 ARM	.	.	.	.
30 II	.	-	-	-
Italien	27,-	433	11.691,-	216,-
k=31 NSH	.	.	.	.
32	.	.	.	.
Niederlande	11,4	3,78	34,092	93,-
k=33 Belgien/Lux.	3,7	53,88	199,356	35,-
EWG	.	.	.	987,-

Die regionale Verteilung chemischer Grundprodukte auf den Industriezweig "Herstellung chemischer Grundstoffe u. Herstellung dieser Erzeugnisse mit anschließender Weiterverarbeitung" für 6 EWG-Länder

Region k	Arbeiter a_i 10^3_a	Regionale Verbrauchs- verteilung 10^3_t
k = 1 SH	0,6	16,4
2 HH	0,7	21,-
3 NS	8,3	237,7
4 BR	.	.
5 NRW	78,9	2.505,4
6 H	25,3	809,8
7 RP	34,-	1.103,5
8 BW	7,2	199,3
9 BAY	9,4	246,5
10 S	.	.
11 B	.	.
BRD (ohne .)	164,4	5.139,6
k = 1 P	5,5	382,4
2 BP	9,6	594,-
3 H	6,6	366,8
4 E	8,6	566,2
5 OU	1,8	104,7
6 MC	0,9	53,8
7 BA	7,6	471,2
8 AR	14,5	996,4
9 M	5,7	402,6
Frankreich	60,8	3.938,1
k = 1 P	6,9	304,3
2 Li	1,6	71,5
3 LOM	17,5	752,5
4 V	5,2	231,4
5 ER	8,2	412,5
6 T	10,5	458,9
7 LAZ	0,9	35,4
8 C	0,7	26,6
9 AR	5,3	198,8
10 II	4,4	176,-
Italien	61,2	2.667,8
k = 1 NSH	8,5	-
2	11,6	-
Niederlande	20,1	1.690,7
Belgien/Lux.	9,6	449,5
EWG	316,1	13.885,7

ANHANG IV

Rechenprogramm zum Standortmodell

C
C
C
VEREINBARE FELDER

REAL UKDARB(34), UKDMAT(34), ROHSTO(34,6), SPEPRO(34,6), MECUT(34),
\$UKOEN(34), ENKDEF(34,10), ENPREI(34), UKOKAP(34), REPZU(34), AV(34),
\$UV(34), UKOST(34), VERER(34), MECFAK(34,8), OPREI(34,8), UKOGES(34),
\$GEWVER(34), EPR(4,4), KS, KA, KM, KE, KK, KST, KUMEK(34), AKUMEK(34),
\$KESUB, SUBEK(34), ASURE(34), AARB(34), AEN(34), AKAP(34), AST(34),
\$AMAT(34)
INTEGER ARBEIT(34)

C
DIMENSION UKU(120), TN(20), X(2), Y(2)
REAL ENPSTA(6), EVNEA(10), NAPHP(120,4), APGR(120), APK(120), VK(120),
\$VGR(120), NAPHPJ, MATAUS, MATON, KSTD, KSTNL, KSTB, KSTL, KSTF, KSTI,
\$DELP(120,4), MATSTA(120,20), ARBAUS(120,20), NPP(9), DEP(9),
\$TRAUS(120,20), TRAKD(120,10), MENABS(10), VORLER(120,20), INZULA(120),
\$ZUSANL(120), DCF(120,20), ZUZINS(120), INVLD, DIST(120,20), KW(120),
\$MOBYD, LSH1, LSH2, LS1, LS2, LS, DEBUS(120,20), NUCAUS(120,20), PRKAP(20),
\$ARAT1(120), ARAT2(120), ARAT3(120), KAPW(120,20), ARAT4(120),
\$SDPU(120,20), EVENTF(120,7,10), FRASA(21,7), KFRASA(21), AMAX(7),
\$WUF(7), SMIN(7), SMAX(7), KWD(26), KWNL(4), KWB(3), KWF(51), KWI(35),
\$REENTF(120), FRASHI(21), HSTA(120), PMX(120,3), PSTS(120,3)
REAL PMET(120,3), PAEGL(120,3), PAMM(120,3), PSALP(120,3),
\$PRAT1(120), PRAT2(120), EINNA(120,20), Z1(20), Z2(20), Z3(20), Z4(20),
\$Z5(20), Z6(20), Z7(20), TRPMAT(120,20), TMPSTE(120,20), TMSPKA(120,20),
\$TMSKPA(120,20),
\$GEMSTA(120,20), KAPPAUS(120,20), GEPAR(120,20), SUMAUS(120,20),
\$DCPH(120,20),
\$MEJG(120), BEVSUM(120,10), ZUDEK(120), MEJGH(120), ZUDEKH(120),
\$OMA(21)
INTEGER NEKQGE(51), NEKPRA(51), NEKEIN(35), T,
\$ZAGR(120), ZAK(120), ZANGR(120), ZANK(120), ARB1, ARB2, C(120), TFL,
\$CD(26), CNL(4), CB(3), CF(51), CI(35)
INTEGER STADT(15)
INTEGER*2 CRTE(5,120), ORTEG(5,120)

C
C
C
DATEN

20 READ20,(ARBEIT(I), I=1,34)
FORMAT(8(110))
DO 21 I=3,6
DO 21 J=1,34
SPEPRO(J,I)=0
21 ROHSTO(J,I)=0
READ22,(ROHSTO(I,1), I=1,34)
READ22,(ROHSTO(I,2), I=1,34)
22 FORMAT(8(F10,4))
DO 24 K=1,19
READ23,I,J,A,B
23 FORMAT(I2,I1,F5,3,F6,2)
SPEPRO(I,J)=B
24 ROHSTO(I,J)=A
READ22,(SPEPRO(I,1), I=1,34)
READ22,(SPEPRO(I,2), I=1,34)
READ22,(MECUT(I), I=1,34)

```

READ22,(ENKDEF(I,1),I=1,34)
READ22,(ENKDEF(I,2),I=1,34)
READ22,(ENKDEF(I,3),I=1,34)
READ22,(ENKDEF(I,4),I=1,34)
READ22,(ENKDEF(I,5),I=1,34)
READ22,(ENKDEF(I,6),I=1,34)
READ22,(ENKDEF(I,7),I=1,34)
READ22,(ENKDEF(I,8),I=1,34)
READ22,(ENKDEF(I,9),I=1,34)
READ22,(ENKDEF(I,10),I=1,34)
READ22,(ENPRE(I),I=1,10)
DO 301 I=1,41
READ 302,(EPR(I,J),J=1,4)
302 FORMAT(4(F10,4))
301 CONTINUE
READ22,(REPZU(I),I=1,34)
READ22,(AV(I),I=1,34)
READ22,(UV(I),I=1,34)
DO 31 I=2,8
DO 31 J=1,34
MEOPAK(J,I)=0
31 OPREI(J,I)=0
READ22,(OPREI(I,1),I=1,34)
DO 33 K=1,21
READ34,(I,J,A,B
34 FORMAT(12,I1,F6,3,F8,4)
OPREI(I,J)=A
33 MEOPAK(I,J)=B
DO 35 I=1,34
35 MEOPAK(I,1)=1.
MEOPAK(I,1)=0.3
MEOPAK(I,3,1)=0.4
READ 3511,((ORTE(J,I),J=1,5),I=1,120)
3511 FORMAT(8(5A2))
READ22,(MENABS(I),I=1,10)
READ22,(ENPSTA(I),I=1,6)
DO 44 I=35,120
44 INZULA(I)=0
READ22,(INZULA(I),I=1,34)
DO 46 I=1,89
46 ZUZINS(I)=0
ZUZINS(27)=0.03
ZUZINS(30)=0.03
READ22,(ZUZINS(I),I=86,120)
READ22,(ZUSANL(I),I=1,120)
READ49,(NEKQGE(I),I=1,51)
49 FORMAT(8(I10))
READ49,(NEKEIN(I),I=1,35)
READ49,(NEKPRA(I),I=1,51)
C
DATA APGR,ZAGR,ZANGR,VGR,APK,ZAK,ZANK,VK
1/26*11.99,4*11.14,3*11.67,7.34,51*11.40,35*8.71,
2 26*1905,4*1874,3*1915,2103,51*1958,35*1926,
3 26*1836,4*1944,3*1911,1972,51*2030,35*2026,
4 26*0.381,4*0.698,3*0.473,0.61,51*0.656,35*0.283,

```

5 26#8.41,4#9.90,3#8.73,9.20,51#8.06,35#7.59,
 6 26#1845,4#1886,3#1891,2082,51#1922,35#1871,
 7 26#1889,4#1907,3#1979,1838,51#2146,35#1989,
 8 26#0.294,4#0.436,3#0.229,0.363,51#0.399,35#0.179/

ZAGR(72)=0
 ZAGR(73)=0
 ZAGR(76)=0
 ZAGR(81)=0
 ZAGR(85)=0
 ZAGR(93)=0

C
C
C

DATA PMX /26#187.61,4#165.37,4#180.59,51#250.41,35#170.21,
 1 26#170.12,4#148.33,4#172.06,51#216.53,35#153.45,
 2 26#160.00,4#144.00,4#160.00,51#152.00,35#160.00/
 DATA PSTS /26# 21.06,4# 24.57,4# 20.16,51# 20.97,35# 20.97,
 1 26# 22.81,4# 29.12,4# 23.55,51#39.34,35# 23.59,
 2 26#25.00,4#22.50,4#25.00,51#23.75,35#25.00/
 DATA PMET /26#298.49,4#258.32,4#295.41,51#314.47,35#270.11,
 1 26#160.44,4#173.49,4#198.85,51#222.47,35#197.31,
 2 26#180.00,4#162.00,4#180.00,51#171.00,35#180.00/
 DATA PAEGL/26#539.83,4#487.84,4#460.71,51#637.88,35#575.67,
 1 26#533.54,4#488.49,4#458.59,51#496.20,35#484.55,
 2 26#500.00,4#450.00,4#500.00,51#475.00,35#500.00/
 DATA PAMM /26#172.35,4#142.57,4#141.00,51#173.81,35#205.88,
 1 26#182.30,4#151.49,4#159.67,51#155.12,35#175.33,
 2 26#170.00,4#153.00,4#170.00,51#161.50,35#170.00/
 DATA PSALP/26#471.09,4#269.32,4# 47.28,51#826.38,35#625.25,
 1 26#392.37,4#235.92,4# 57.37,51#125.41,35#2408.88,
 2 26#90.00,4#81.00,4#90.00,51#85.50,35#90.00/

C

DATA OELP/26#87.67,4#61.67,3#63.87,78.32,51#49.92,35#89.78,
 1 26#125.4,4#100.06,3#105.41,142.74,51#82.24,35#106.87,
 2 26#108.63,4#81.34,3#84.39,124.43,51#85.33,35#89.28,
 3 26#130.00,4#104.00,3#117.00,130.00,51#117.00,35#130.00/

C

DATA NAPHP/26#79.55,4#77.54,4#78.76,51#73.15,35#64.91,
 1 26#77.03,4#72.45,4#71.68,51#85.17,35#67.10,
 2 26#100.00,4#90.00,3#90.00,100.00,51#95.00,35#100.00,
 3 26#160.00,4#128.00,3#144.00,160.00,51#144.00,35#160.00/

DATA ARAT1,ARAT2,ARAT3,ARAT4
 1/26#0.049,4#0.111,3#0.074,0.066,51#0.096,35#0.103,
 2 26#0.11,4#0.111,3#0.104,0.091,51#0.115,35#0.121,
 3 26#0.103,4#0.104,3#0.102,0.087,51#0.109,35#0.109,
 4 120#0.1/

DATA PRAT1,PRAT2/30#1.055,4#1.05,51#1.055,35#1.065,120#1.05/

C
C
C
C
C
C

BEGINN DES RECHENPROGRAMMS
 1. STATISCHER TEIL

KONSTANTEN

ZUKALK=3.01
 AP1=11.99*((1.052)**3)*1.096

```

AP2=8,41*((1,032)**3)*1,096
AKALK=0,1
WKALK=0,01
ZKALK=0,08
STKALK=0,008

```

C

```

DO 1300 K=1,1
IF(K, EQ, 1) GOTO 303
DO 304 J=2,6
304 ENPREI(J)=EPR(K=1, J=2)
303 CONTINUE

```

C

C

C

```

STATISCHE HERSTELLKOSTENBERECHNUNG

```

```

DO 100 I=1,34
IF(I, GT, 13) GOTO 1
UKDARB(I)=ZUKALK*2,*ARBEIT(I)*AP1
GOTO 401

```

1

401

```

UKDARB(I)=ZUKALK*2,*ARBEIT(I)*AP2
CONTINUE

```

```

UKOMAT(I)=0,

```

2

```

DO 2 JINP=1,6
UKOMAT(I)=UKOMAT(I)+ROHSTO(I, JINP)*SPEPRO(I, JINP)
UKOMAT(I)=UKOMAT(I)*MEOUT(I)

```

```

UKOEN(I)=0,

```

3

```

DO 3 JEN=1,10
UKOEN(I)=UKOEN(I)+ENKDEF(I, JEN)*ENPREI(JEN)

```

```

SUBEK(I)=0,

```

305

```

DO 305 JEN=2,6
SUBEK(I)=SUBEK(I)+ENKDEF(I, JEN)*ENPREI(JEN)

```

```

SUBRK(I)=SUBEK(I)*MEOUT(I)
IF(SUBEK(I), GT, 0,) GOTO 313

```

```

SUBEK(I)=0,

```

313

```

CONTINUE

```

```

UKOEN(I)=UKOEN(I)*MEOUT(I)

```

```

UKDKAP(I)=(AKALK+WKALK+REPZU(I)+0,5*ZKALK*(1+AKALK))*AV(I)*140./
$125,7+ZKALK*UV(I)

```

```

UKDST(I)=STKALK*(AV(I)*140./125,7+UV(I))

```

```

VERER(I)=0,

```

4

```

DO 4 JOUT=1,8

```

```

VERER(I)=VERER(I)+MEOPAK(I, JOUT)*OPREI(I, JOUT)

```

```

VERER(I)=VERER(I)*MEOUT(I)

```

```

UKOGES(I)=UKDKAP(I)+UKDST(I)+UKOEN(I)+UKOMAT(I)+UKDARB(I)

```

```

GEWVER(I)=VERER(I)-UKOGES(I)

```

100

```

CONTINUE

```

```

BETERG=0,

```

5

```

DO 5 I=1,34

```

```

BETERG=BETERG+GEWVER(I)

```

```

SUMARB=0,

```

9

```

DO 9 I=1,34

```

```

SUMARB=SUMARB+ARBEIT(I)

```

```

SUMAKO=0,

```

6

```

DO 6 I=1,34

```

```

SUMAKO=SUMAKO+UKDARB(I)

```

```

SUMEN=0,

```


DEP(2)=0.075

NPP(2)=0.075

C
C
C

BERECHNUNG DES VORLAUEFIGEN ERTRAGES

AVHTR=4, #237000, #13700,

AVOKW=4, #86000, #13700,

UVHTR=4, #22300,

UVOKW=4, #6000,

SUMAV=0,

SUMUV=0,

DO 10 I=1,34

SUMUV=SUMUV+UV(I)

SUMAV=SUMAV+AV(I)

10

CONTINUE

AN=4, #75,

AD=4, #56,

GAVN=SUMAV+AVHTR

GUVN=SUMUV+UVHTR

GAVO=SUMAV+AVOKW

GUVO=SUMUV+UVOKW

GVN=GAVN+GUVN

GVO=GAVO+GUVO

DIO=GVN-GVO

EK=(1.-VG)*GVN

EK=VO*GVN

DO 10 JEN=1,10

EVNEA(JEN)=0,

DO 10 I=1,34

10

EVNEA(JEN)=EVNEA(JEN)+ENKOEI(I,JEN)*MEOUT(I)

ENKOST=0,

DO 11 JEN=1,2

11

ENKOST=ENKOST+EVNEA(JEN)*ENPSTA(JEN)

DO 12 JEN=7,10

12

JENV=JEN-4

ENKOST=ENKOST+EVNEA(JEN)*ENPSTA(JENV)

LARK=SUMARB

LANK=SUMARB#VGR(1)

LLKO=LARK+LANK

LARN=AN

LANN=4#10

LARQ=AO

LAND=4#7

LLAN=LARN+LANN

LLAO=LARO+LAND

MMAN=LARK+LARN

MMAO=LARK+LARO

MMNN=LANK+LANN

MMNO=LANK+LAND

NNKN=LLKO+LLAN

NNKO=LLKO+LLAO

ZVKO=SUMAV+SUMUV

ZVNU=AVHTR+UVHTR

ZVOK=AVOKW+UVOKW

C

```

EIN1=VERER(34)+VERER(32)+VERER(30)=ROHSTO(31,1)*SPEPRO(31,1)*
#MEOUT(31)+VERER(27)
EIN2=VERER(25)+VERER(22)+VERER(19)+VERER(18)+VERER(17)+(MEOPAK(23,
#2)*#OPREI(23,2)+MEOPAK(23,3)*#OPREI(23,3))*#MEOUT(23)
EIN3=VERER(16)+VERER(15)+VERER(14)
EIN4=VERER(13)=ROHSTO(26,1)*SPEPRO(26,1)*#MEOUT(26)+VERER(12)
#MEOPAK(11,1)*#OPREI(11,1)*#MEOUT(11)+VERER(10)+VERER(9)+VERER(8)+
#VERER(7)+VERER(6)+MEOPAK(5,1)*#OPREI(5,1)*#MEOUT(5)=ROHSTO(20,1)*
#SPEPRO(20,1)*#MEOUT(20)=ROHSTO(28,1)*SPEPRO(28,1)*#MEOUT(28)+MEOPAK
#(4,2)*#OPREI(4,2)*#MEOUT(4)+VERER(2)=ROHSTO(7,1)*#OPREI(7,1)*#MEOUT(7)
#ROHSTO(8,1)*#OPREI(8,1)*#MEOUT(8)=ROHSTO(9,1)*#OPREI(9,1)*#MEOUT(9)=
#ROHSTO(10,1)*#OPREI(10,1)*#MEOUT(10)=ROHSTO(16,2)*#OPREI(16,2)*#MEOUT
#(16)=ROHSTO(19,1)*#OPREI(19,1)*#MEOUT(19)=ROHSTO(30,1)*#OPREI(30,1)*
#MEOUT(30)+(MEOPAK(1,5)*#OPREI(1,5)+MEOPAK(1,6)*#OPREI(1,6)+MEOPAK(1,
#7)*#OPREI(1,7))*#MEOUT(1)+(MEOPAK(5,4)*#OPREI(5,4)+MEOPAK(5,5)*#OPREI
#(5,5)+MEOPAK(5,6)*#OPREI(5,6))*#MEOUT(5)

```

```

DO 1200 K=1,1
DO 1100 M=1,2
DO 1000 T=1,N

```

```

EIN11=EIN1*(1, #P1)*#(T=1)
EIN21=EIN2*(1, #P2)*#(T=1)
EIN31=EIN3*(1, #P3)*#(T=1)
EIN41=EIN4*(1, #P4)*#(T=1)
EIN=EIN11+EIN21+EIN31+EIN41
IF(M=1) 71,71,72
EIN=EIN11+EIN21+EIN31+EIN41+ZDIO#DIO
CONTINUE

```

```

MATH1 ROHSTO(1,1)*SPEPRO(1,1)*#MEOUT(1)
1+ROHSTO(13,1)*SPEPRO(13,1)*#MEOUT(13)
2=MEOPAK(5,3)*#OPREI(5,3)*#MEOUT(5)
3+ROHSTO(3,2)*SPEPRO(3,2)*#MEOUT(3)
4+(ROHSTO(5,2)*SPEPRO(5,2)+ROHSTO(5,3)*SPEPRO(5,3))*#MEOUT(5)
5+ROHSTO(6,2)*SPEPRO(6,2)*#MEOUT(6)
6+(ROHSTO(7,2)*SPEPRO(7,2)+ROHSTO(7,3)*SPEPRO(7,3))*#MEOUT(7)
7+(ROHSTO(8,2)*SPEPRO(8,3)+ROHSTO(8,4)*SPEPRO(8,4))*#MEOUT(8)
8+ROHSTO(9,2)*SPEPRO(9,2)*#MEOUT(9)
9+ROHSTO(10,2)*SPEPRO(10,2)*#MEOUT(10)
4+ROHSTO(11,2)*SPEPRO(11,2)*#MEOUT(11)
MATH2 ROHSTO(12,3)*SPEPRO(12,3)+ROHSTO(12,4)*SPEPRO(12,4))*#
#MEOUT(12)+ROHSTO(14,3)*SPEPRO(14,3)*#MEOUT(14)
3+(ROHSTO(15,2)*SPEPRO(15,2)+ROHSTO(15,3)*SPEPRO(15,3))*#MEOUT(15)
3+ROHSTO(16,4)*SPEPRO(16,4)*#MEOUT(16)
4+ROHSTO(17,2)*SPEPRO(17,2)*#MEOUT(17)
5+ROHSTO(18,2)*SPEPRO(18,2)*#MEOUT(18)
6+ROHSTO(19,2)*SPEPRO(19,2)*#MEOUT(19)
7+ROHSTO(20,3)*SPEPRO(20,3)*#MEOUT(20)
8+ROHSTO(21,2)*SPEPRO(21,2)*#MEOUT(21)
9+ROHSTO(22,2)*SPEPRO(22,2)*#MEOUT(22)
8+(ROHSTO(23,1)*SPEPRO(23,1)+ROHSTO(23,2)*SPEPRO(23,2))*#MEOUT(23)
MATH3 ROHSTO(25,2)*SPEPRO(25,2)*#MEOUT(25)
1+(ROHSTO(26,2)*SPEPRO(26,2)+ROHSTO(26,3)*SPEPRO(26,3))*#MEOUT(26)
2+(ROHSTO(27,2)*SPEPRO(27,2)+ROHSTO(27,3)*SPEPRO(27,3))*#MEOUT(27)

```

```

3*ROHSTO(28,2)*SPEPRO(28,2)*MEOUT(28)
4*ROHSTO(29,2)*SPEPRO(29,2)+ROHSTO(29,3)*SPEPRO(29,3)*MEOUT(29)
5*ROHSTO(30,2)*SPEPRO(30,2)+ROHSTO(30,3)*SPEPRO(30,3)*MEOUT(30)
6*ROHSTO(31,2)*SPEPRO(31,2)*MEOUT(31)
7*ROHSTO(32,2)*SPEPRO(32,2)*MEOUT(32)
8*ROHSTO(33,2)*SPEPRO(33,2)+ROHSTO(33,3)*SPEPRO(33,3)+
9ROHSTO(33,4)*SPEPRO(33,4)+ROHSTO(33,5)*SPEPRO(33,5)*MEOUT(33)
10*ROHSTO(34,2)*SPEPRO(34,2)*MEOUT(34)
MATAUS=MATH1+MATH2+MATH3
MATON=MATAUS*(
1*ROHSTO(1,1)*SPEPRO(1,1)*MEOUT(1)
2*ROHSTO(23,1)*SPEPRO(23,1)*MEOUT(23)
3*ROHSTO(26,2)*SPEPRO(26,2)*MEOUT(26)
4*ROHSTO(27,2)*SPEPRO(27,2)*MEOUT(27)
5*ROHSTO(29,2)*SPEPRO(29,2)*MEOUT(29)
6*ROHSTO(30,2)*SPEPRO(30,2)*MEOUT(30)
7*ROHSTO(33,2)*SPEPRO(33,2)*MEOUT(33))

```

C

```

110T=1
1200
1300
1400
IF(T,LE,4) GOTO 403
1105
120T=4
IF(T,LT,9) GOTO 403
1205
130T=9
IF(T,LT,16) GOTO 403
1307
140T=16
403 CONTINUE

```

403

C

```

READ (8) TRAKO
IF (M=1) 861,861,862
862 READ (8) HSTA
861 CONTINUE

```

C

```
DO 200 J=1,120
```

C

```
BINNA(J,T)=BIN
```

C

```

APGRJ=APGR(J)*(((1.+ARAT1(J))*I1)*((1.+ARAT2(J))*I2)*
1((1.+ARAT3(J))*I3)*((1.+ARAT4(J))*I4))
APKJ=APK(J)*(((1.+ARAT1(J))*I1)*((1.+ARAT2(J))*I2)*
1((1.+ARAT3(J))*I3)*((1.+ARAT4(J))*I4))
ZAGRJ=ZAGR(J)*((1.+ZGRP)*I(T+1))
IF(ZAGRJ.EQ.0.) GOTO 75
ZAKJ=ZAK(J)*((1.+ZKP)*I(T+1))

```

C

```
IF(T,GT,4) GOTO 87
```

```
NAPHPJ=NAPHP(J,T)
```

```
GOTO 88
```

87

```
NAPHPJ=NAPHP(J,4)*((1.+NPP(K))*I(T=4))
```

88

```
CONTINUE
```

```

IP=7
IF(T,GE,3) IP=3
IR1=0
IR2=0
IF(T,LE,3) GOTO 881
IR1=7-3
IF(T,LE,9) GOTO 881
IR1=6
IR2=7-9
881 CONTINUE
MATSTA(J,T)=MATON
1+ROHSTO(1,1)*MEOUT(1)*NAPHPJ
2+(61.00*PMX(J,IP)+304.50*PSTS(J,IP)+21.30*PMET(J,IP)+23.60*PAEGL
3(J,IP)+63.30*PAMM(J,IP)+15.40*PSALP(J,IP))*((PRATI(J)*IR1)
4*(PRAT2(J)*IR2))
C
GABN=4*(5495.+2350.*APGRJ)
GABD=4*(1791.+2350.*APGRJ)
GAKW=GABN
IF(M=1) 81,81,82
82 GAKW=GABD
81 CONTINUE
GAKM=0
DO 407 I=1,34
407 GAKM=GAKM+(REPZU(I)+0.01)*AV(I)+(0.15+1.2*I/34)*(ARBEIT(I)*2.*
$APGRJ*2000./ZAGRJ)
GEM AUS=GAKW+GAKM
GEMSTA(J,T)=GEM AUS
C
ARB1=AN
IF(M=1) 85,85,86
86 ARB1=AD
85 CONTINUE
DO 405 I=1,13
405 ARB1=ARB1+ARBEIT(I)
ARBH1=ARB1*2.*APGRJ*2000.*(1./ZAGRJ+VGR(J)/ZANGR(J))
ARB2=0
DO 406 I=14,34
406 ARB2=ARB2+ARBEIT(I)
ARBH2=ARB2*2.*APKJ*2000.*(1./ZAKJ+VK(J)/ZANK(J))
ARBAUS(J,T)=ARBH1+ARBH2
GEPAR(J,T)=0
GEPAR(J,T)=GEPAR(J,T)+GEMSTA(J,T)+ARBAUS(J,T)
C
URANP=((0.93-0.002)/(0.0073-0.002))*2.6*6.*((1.+URP)*T-1))*2.2+
$31259.29)/1000.
NUCAUS(J,T)=ENKOST+(34.2+0.96*URANP)*(4.*2356.*189.*8./20920.
$+915.*200.*8./20920.)
IF(M=1) 866,866,867
867 IF(T,GE,5) GOTO 868
DELPJ=DELP(J,T)+HSTA(J)
GOTO 869
868 DELPJ=HSTA(J)+DELP(J,4)*(1.+DEP(K))*T-4)
869 CONTINUE
DEAUS(J,T)=ENKOST+DELPJ*(4.*2470.*194.*8./9800.+935.*200.*8.

```

```

      8/9800.)
866  CONTINUE
C
      TRAAUS(J,T)=0.
      DO 408 JVER=1,10
408  TRAAUS(J,T)=TRAAUS(J,T)+TRAKO(J,JVER)*MENABS(JVER)
C
      VORLER(J,T)=EIN=GEM AUS=TRAAUS(J,T)-MATSTA(J,T)-NUCAUS(J,T)
      S=ARBAUS(J,T)
      IF(M=1) 200,200,94
94  VORLER(J,T)=EIN=GEM AUS=TRAAUS(J,T)-MATSTA(J,T)-ARBAUS(J,T)
      S=DEAUS(J,T)
      GOTO 200
75  VORLER(J,T)=0.
      MATSTA(J,T)=0.
      GEMSTA(J,T)=0.
      ARBAUS(J,T)=0.
      GERAR(J,T)=0.
      NUCAUS(J,T)=0.
      DEAUS(J,T)=0.
      TRAAUS(J,T)=0.
200  CONTINUE
C
      TILB=TILB#FK
      PKT=FK*(1.-TILB*(T-6))
      FRKAP(T)=FK*(1.-TILB*(T-3))
      TPZ=5
      IF(T.GT.TPZ)GOTO 410
      PKT=FK
      FRKAP(T)=FK
      TILB=0.
410  CONTINUE
      IF(T.LE.15) GOTO 96
      PKT=0.
      FRKAP(T)=0.
      TILB=0.
96  CONTINUE
      AVTC=SUMAV*(1.-T/15.)
      AVTN=AVHTR*(1.-T/20.)
      AVTD=AVOKW*(1.-T/20.)
      APAC=SUMAV/15.
      APAN=AVHTR/20.
      APAD=AVOKW/20.
      IF(T.LE.15) GOTO 108
      AVTC=0.
      APAC=0.
108  CONTINUE
      IF(T.LE.N) GOTO 109
      AVTN=0.
      AVTD=0.
      APAN=0.
      APAD=0.
109  CONTINUE
C
C      BERECHNUNG DES PERIODENUEBERSCHUSSES FUER BRO

```

C

```

DO 300 J=1,26
AFAD=AFAC+AFAN
IF(M=1) 97,97,404
404 AFAD=AFAC+AFAD
97 CONTINUE
ZPKD=0.00*PKT
IF(T.GT.1) GOTO 411
ZULAST=ZUSANL(J)*GAVN
PRAINV=INZULA(J)*GAVN
IF(M=1) 91,91,92
92 ZULAST=ZUSANL(J)*GAVD
PRAINV=INZULA(J)*GAVD
91 CONTINUE
GEWERD=VORLER(J,T)-AFAD+ZULAST
GOTO 412
411 GEWERD=VORLER(J,T)-AFAD
IF(GEWERD.GT.0) GOTO 117
GEWERD=0.
117 CONTINUE
PRAINV=0.
ZULAST=0.
412 GKSTD=0.006*(AVTC+AVTN)
IF(M=1) 93,93,95
95 GKSTD=0.006*(AVTC+AVTD)
93 CONTINUE
GEESTD=(0.05*3./(1.+0.05*3.))*GEWERD
GEWSTD=GKSTD+GEESTD
GEKDER=GEWERD-GEWSTD-ZPKD
IF(GEKDER.GT.0.) GOTO 118
GEKDER=0.
118 CONTINUE
KSTD=0.2455*GEKDER
VV=AVTC+AVTN+GUVN-PKT
IF(M=1) 98,98,99
99 VV=AVTC+AVTD+GUVD+DIO
98 CONTINUE
VSTD=0.01*VV
DCR(J,T)=VORLER(J,T)-(ZPKD+GEWSTD+KSTD+VSTD+TILB)+ZULAST+PRAINV
EINNA(J,T)=EINNA(J,T)+ZULAST+PRAINV
KAPAU(J,T)=ZPKD+TILB
DIST(J,T)=GEWSTD+KSTD+VSTD
300 CONTINUE

```

C

C

C

BERECHNUNG DES PERIODENUEBERSCHUSSES FUER NIEDERLANDE

```

DO 400 J=27,30
IF(T.GT.1)GOTO 413
PRAINV=INZULA(J)*GAVN
IF (M.EQ.2) PRAINV=INZULA(J)*GAVD
GOTO 414
413 PRAINV=0.
414 AFANL=AFAC+AFAN=INZULA(J)*GAVN/20.
IF(M=1) 113,113,114
114 AFANL=AFAC+AFAD=INZULA(J)*GAVD/20.

```

```

113 CONTINUE
   ZFKNL=(0.08#ZUZINS(J))*PKT
   GVSTNL=VORLER(J,T)-AFANL#ZFKNL
   IF(GVSTNL.GT.0.) GOTO 115
   GVSTNL=0.
115 CONTINUE
   KSTNL=0.46#GVSTNL
   DCP(J,T)=VORLER(J,T)+PRAINV-(ZFKNL+KSTNL+TILB)
   EINNA(J,T)=EINNA(J,T)+PRAINV
   KAP AUS(J,T)=ZFKNL+TILB
   DIST(J,T)=KSTNL
400 CONTINUE
C
C   BERECHNUNG DES PERIODENUEBERSCHUSSES FUER BELGIEN
C
   DO 500 J=31,33
   IF(T.GT.1)GOTO 415
   PRRAINV=INZULA(J)*GAVN
   IF(M=1) 416,416,116
116 PRRAINV=INZULA(J)*GAVD
   GOTO 416
415 PRRAINV=0.
416 CONTINUE
   IF(J.EQ.31) GOTO 417
   IF(T.GT.5) GOTO 417
   STAV=0.
   GOTO 418
417 STAV=0.2#0.04#0.3096#(AVTC+AVTN)
   IF(M.EQ.1) GOTO 418
   STAV=0.3#0.04#0.3096#(AVTC+AVTD)
418 AFAB=AFAC+AFAN=INZULA(J)*GAVN/20.
   IF(M=1) 119,119,121
121 AFAB=AFAC+AFAD=INZULA(J)*GAVD/20.
119 CONTINUE
   ZFKB=0.08#PKT
   GVSTB=VORLER(J,T)-AFAB-ZFKB
   IF(GVSTB.GT.0.) GOTO 120
   GVSTB=0.
120 CONTINUE
   KSTB=0.348#GVSTB
   DCP(J,T)=VORLER(J,T)=(ZFKB+KSTB+STAV+TILB)+PRAINV
   EINNA(J,T)=EINNA(J,T)+PRAINV
   KAP AUS(J,T)=ZFKB+TILB
   DIST(J,T)=KSTB+STAV
500 CONTINUE
C
C   BERECHNUNG DES PERIODENUEBERSCHUSSES FUER LUXEMBURG
C
   IF(T.GT.1)GOTO 422
   PRRAINV=INZULA(34)*GVN
   IF(M=1) 122,122,123
123 PRRAINV=INZULA(34)*GVD
122 CONTINUE
   GOTO 423
422 PRRAINV=0.

```



```

423  APAL=APAC+APAN
      IF(M=1) 124,124,125
125  APAL=APAC+APAD
124  CONTINUE
      ZFKL=0.00#FKT
      IF(T,LT,9)GOTO 424
      GEWERL=VORLER(34,T)=APAL
141  IF(GEWERL.GT,0.) GOTO 1251
      GEWERL=0.
1251 CONTINUE
      GOTO 419
424  GEWERL=(VORLER(34,T)=APAL)*(1.=0.25)
      GOTO 141
419  GEKAL=AVTC+AVTN
      IF(M=1) 126,126,127
127  GEKAL=AVTC+AVTD
126  CONTINUE
      GEWSTL=(0.05#GEKAL+GEWERL-7.3)/11.
      IF(GEWSTL.GT,0.) GOTO 1261
      GEWSTL=0.
1261 CONTINUE
      IF(T,LT,9)GOTO 420
      GVSTL=VORLER(34,T)=ZFKL=APAL=GEWSTL
143  IF(GVSTL.GT,0.) GOTO 142
      GVSTL=0.
142  CONTINUE
      GOTO 421
420  GVSTL=(VORLER(34,T)=ZFKL=APAL=GEWSTL)*(1.=0.25)
      GOTO 143
421  KSTL=0.4*(GVSTL=96.)+28.4
      VSTL=0.005#VV
      DCP(34,T)=VORLER(34,T)=(ZFKL+GEWSTL+KSTL+VSTL+TILB)+PRAIN
      EINNA(34,T)=EINNA(34,T)+PRAIN
      KAPAU(34,T)=ZFKL+TILB
      DIST(34,T)=GEWSTL+KSTL+VSTL

```

C
C
C BERECHNUNG DES PERIODENUEBERSCHUSSES FUER FRANKREICH

```

      I1=T+1
      I2=0
      I3=0
      I4=0
      IF(T,LE,4) GOTO 425
      I1=5
      I2=T+4
      IF(T,LT,9) GOTO 425
      I2=9
      I3=T+9
      IF(T,LT,16) GOTO 425
      I3=7
      I4=T+16
425  CONTINUE
      DO 600 J=35,85
      APGRJ=APGR(J)*(((1.+ARAT1(J))**I1)*((1.+ARAT2(J))**I2)*
1((1.+ARAT3(J))**I3)*((1.+ARAT4(J))**I4))

```

```

APKJ=APK(J) *(((1.+ARAT1(J))*#I1)*((1.+ARAT2(J))*#I2)*
1((1.+ARAT3(J))*#I3)*((1.+ARAT4(J))*#I4))
ZAGRJ=ZAGR(J)*((1.+ZGRP)*#(T+1))
IF(ZAGRJ.EQ.0.) GOTO 128
ZAKJ=ZAK(J)*((1.+ZKP)*#(T+1))
JF=J+34
I=NEKQGE(JF)
GEWSTF=0.0045*EIN
IF(I.EQ.1) GOTO 426
IF(T.GT.5) GOTO 426
GEWSTF=0.
426 AFAP=AFAC+AFAN
LSH1=AN
IF(M.LE.1) GOTO 129
AFAP=AFAC+AFAD
LSH1=AD
129 CONTINUE
ZFKE=0.08*PKT
IF(ZAGRJ.EQ.0.) GOTO 128
DO 427 I=1,13
427 LSH1=LSH1+ARBEIT(I)
LS1=LSH1*2.*0.73*APGRJ*2000.*(1./ZAGRJ+VOR(J)/ZANGR(J))
LSH2=0.
DO 428 I=14,34
428 LSH2=LSH2+ARBEIT(I)
LS2=LSH2*2.*0.73*APKJ*2000.*(1./ZAKJ+VK(J)/ZANK(J))
LS=LS1+LS2
IF(T.GT.1) GOTO 429
APLAZU=13.*0.65896*(ARB1*(1.+0.25125)*ARB2*(1.+0.70155))
*NEKPRA(JF)
ZULAST=ZUSANL(J)*GAVN
IF(M.LE.1) GOTO 130
ZULAST=ZUSANL(J)*GAVO
130 CONTINUE
GVSTF=VORLER(J,T)=AFAP=ZFKE+ZULAST+APLAZU=GEWSTF
145 IF(GVSTF.GT.0.) GOTO 144
GVSTF=0.
144 CONTINUE
GOTO 430
429 APLAZU=0.
ZULAST=0.
GVSTF=VORLER(J,T)=AFAP=ZFKE=INVLO=GEWSTF
GOTO 145
430 INVLO=(GVSTF*(1.-0.5)=0.05*EK)*0.5*LS/EIN
IF(INVLO.GT.0.) GOTO 146
INVLO=0.
146 CONTINUE
KSTF=0.5*GVSTF
DCF(J,T)=VORLER(J,T)=(ZFKE+GEWSTF+KSTF+INVLO+TILB)+APLAZU+ZULAST
EINNA(J,T)=EINNA(J,T)+APLAZU+ZULAST
KARAU(J,T)=ZFKE+TILB+INVLO
DIST(J,T)=GEWSTF+KSTF
GOTO 600
128 DCF(J,T)=0.
EINNA(J,T)=0.

```

```

KAP AUS(J,T)=0.
DIST(J,T)=0.
600 CONTINUE
C
C
C   BERECHNUNG DES PERIODENUEBERSCHUSSES FÜR ITALIEN
DO 700 J=86,120
  JI=J-85
  I=NEKEIN(JI)
  APAI=APAC+APAN
  IF(M.LE.1) GOTO 131
  APAI=APAC+APAD
131 CONTINUE
  ZPKI=(0.08-ZUZINS(J))*PKT
  IF(T.GT.1) GOTO 431
  ZULAST=ZUSANL(J)*GAVN
  IF(M.LE.1) GOTO 132
  ZULAST=ZUSANL(J)*CAVD
132 CONTINUE
  GOTO 432
431 ZULAST=0.
432 GVSTI=VORLER(J,T)-ZPKI-APAI+ZULAST
  IF(GVSTI.GT.0.) GOTO 147
  GVSTI=0.
147 CONTINUE
  IF(T.GT.3) GOTO 435
  ESTI=0.378*(GVSTI-586)+198.9
  IF(ESTI.GT.0.) GOTO 148
  ESTI=0.
148 CONTINUE
  IF(I.EQ.1) GOTO 433
  KSTI=0.
  GOTO 438
433 KSTI=0.00825*EK+0.169*(GVSTI-ESTI-0.06*EK)
438 GEWSTI=0.
  GOTO 437
435 ESTI=0.25*GVSTI
  KSTI=0.
  IF(I.EQ.1) GOTO 436
  IF(T.GT.10) GOTO 436
  ESTI=0.
436 GEWSTI=0.142*(GVSTI-ESTI)
437 DCF(J,T)=VORLER(J,T)-(ESTI+GEWSTI+KSTI+ZPKI+TILB)+ZULAST
  EINNA(J,T)=EINNA(J,T)+ZULAST
  KAP AUS(J,T)=ZPKI+TILB
  DIST(J,T)=KSTI+ESTI+GEWSTI
700 CONTINUE
  DCF(93,T)=0.
  EINNA(93,T)=0.
  KAP AUS(93,T)=0.
  DIST(93,T)=0.
C
DO 802 J=1,120
  IF(M.EQ.1) SUMAUS(J,T)=MATSTA(J,T)+GEPAR(J,T)+TRAAUS(J,T)
  I=KAP AUS(J,T)+DIST(J,T)+NUCAUS(J,T)

```

```

      IF (M, EQ, 2) SUMAUS(J,T) = MATSTA(J,T) + GEPAR(J,T) + TRAAUS(J,T)
      1 + KAPPAUS(J,T) + DIST(J,T) + DEAUS(J,T)
      TRPMAT(J,T) = MATSTA(J,T) + TRAAUS(J,T)
      TMPSTE(J,T) = TRPMAT(J,T) + DIST(J,T)
      TMSPKA(J,T) = TMPSTE(J,T) + KAPPAUS(J,T)
      TMSKPA(J,T) = TMSPKA(J,T) + ARBAUS(J,T) + GEMSTA(J,T)
      DCFH(J,T) = EYNNA(J,T) = SUMAUS(J,T)
802  CONTINUE
      TN(T) = T
1000  CONTINUE
C     BERECHNUNG DER EIGENKAPITALERTRAGSWERTE FUER ALLE STANDORTE
C
      DO 800 J=1,120
      UKU(J) = J
      KW(J) = 0
      DO 900 T=1,N
900   KW(J) = KW(J) + DCF(J,T) / ((1+Z)**T)
800   KW(J) = KW(J) = EK
      ERKAPL = KW(34)
      KW(72) = 0.999999#10,##10
      KW(73) = 0.999999#10,##10
      KW(76) = 0.999999#10,##10
      KW(81) = 0.999999#10,##10
      KW(82) = 0.999999#10,##10
      KW(93) = 0.999999#10,##10
C
      IF (M, LE, 3) GOTO 801
      CALL ZEICH(KW,M)
801  CONTINUE
C
      DO 1010 J=1,120
      SDPU(J,1) = 0
      SDPU(J,1) = SDPU(J,1) + DCF(J,1) / (1+Z)
      DO 1010 T=2,N
1010  SDPU(J,T) = SDPU(J,T-1) + DCF(J,T) / ((1+Z)**T)
      DO 1030 J=1,120
      DO 1030 T=1,N
      KAPW(J,T) = SDPU(J,T) = ERKAP(T) / ((1+Z)**T) = EK
      IF (SDPU(J,T), NE, 0.) GOTO 1031
      KAPW(J,T) = 0
1031  CONTINUE
1030  CONTINUE
C
C
C
C
      DO 1040 J=1,26
1040  KWD(J) = KW(J)
      CALL ORDNEA(26,KWD,CD)
      DO 1041 J=1,26
      LKWD = CD(J)
      DO 1041 I=1,5
1041  ORTEQ(I,J) = ORTE(I,LKWD)
      IF (M, EQ, 2) GOTO 1071
      PRINT 722

```

```

      GOTO 1072
1071 PRINT 724
1072 CONTINUE
      PRINT 1073
1073 FORMAT(1H0,'BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND')
      PRINT 1052
      DO 1042 J=1,26
      PRINT 1054,J,(ORTEG(I,J),I=1,5),CD(J),KWD(J)
1042 CONTINUE
      DO 1044 J=27,30
1044 KWNL(J=26)=KW(J)
      CALL ORDNEA(4,KWNL,CNL)
      DO 1045 J=1,4
      LKWNL=CNL(J)+26
      DO 1045 I=1,5
1045 ORTEG(I,J)=ORTE(I,LKWNL)
      PRINT 1046
1046 FORMAT(1H0,'NIEDERLANDE')
      PRINT 1052
      DO 1047 J=1,4
      LKWNL=CNL(J)+26
      PRINT 1054,J,(ORTEG(I,J),I=1,5),LKWNL,KWNL(J)
1047 CONTINUE
      DO 1048 J=31,33
1048 KWB(J=30)=KW(J)
      CALL ORDNEA(3,KWB,CB)
      DO 1049 J=1,3
      LKWB=CB(J)+30
      DO 1049 I=1,5
1049 ORTEG(I,J)=ORTE(I,LKWB)
      PRINT 1074
1074 FORMAT(1H0,'BELGIEN')
      PRINT 1052
      DO 1061 J=1,3
      LKWB=CB(J)+30
      PRINT 1054,J,(ORTEG(I,J),I=1,5),LKWB,KWB(J)
1061 CONTINUE
      PRINT 1075
1075 FORMAT(1H0,'LUXEMBURG')
      PRINT 1076,EKAPL
1076 FORMAT(1H0,6X,'LUXEMBURG',10X,E14.7)
      DO 1062 J=35,35
1062 KWF(J=34)=KW(J)
      CALL ORDNEA(51,KWF,CF)
      DO 1063 J=1,51
      LKWF=CF(J)+34
      DO 1063 I=1,5
1063 ORTEG(I,J)=ORTE(I,LKWF)
      PRINT 1077
1077 FORMAT(1H0,'FRANKREICH')
      PRINT 1052
      DO 1064 J=1,51
      LKWF=CF(J)+34
      PRINT 1054,J,(ORTEG(I,J),I=1,5),LKWF,KWF(J)
1064 CONTINUE

```

```

      DO 1065 J=86,120
1065  KW(J-85)=KW(J)
      CALL ORDNEA(25,KW,C)
      DO 1066 J=1,35
      LKW=C(J)+85
      DO 1066 I=1,5
1066  ORTEG(I,J)=ORTE(I,LKW)
      PRINT 1078
1078  FORMAT(1H0,1ITALIEN)
      PRINT 1092
      DO 1067 J=1,35
      LKW=C(J)+85
      PRINT 1094,J,(ORTEG(I,J),I=1,5),LKW,KW(J)
1067  CONTINUE
      PRINT 162
162  FORMAT(1H1,1X,1I,3X,1STANDORTE,8X,1KW)
      DO 163 J=1,120
      PRINT 164,J,(ORTE(I,J),I=1,5),KW(J)
164  FORMAT(1X,1I,2X,5A2,2X,5I2,5)
163  CONTINUE
C
      CALL ORDNEA(120,KW,C)
C
      DO 1051 J=1,120
      LKW=C(J)
      DO 1051 I=1,5
1051  ORTEG(I,J)=ORTE(I,LKW)
C
      IF (M.EQ.2) GOTO 721
      PRINT 722
722  FORMAT(1H1,1STANDORTRANGFOLGE MIT HOCHTEMPERATURREAKTOREN)
      GOTO 723
721  PRINT 724
724  FORMAT(1H1,1STANDORTRANGFOLGE MIT GELKRAFTWERKEN)
723  CONTINUE
      PRINT 1052
1052  FORMAT(1H0,1RANG,3X,1STANDORT,4X,1NR,1,4X,1EK=WERT (TDM))
      DO 1053 J=1,120
      PRINT 1054,J,(ORTEG(I,J),I=1,5),C(J),KW(J)
1054  FORMAT(1X,1I,3X,5A2,2X,1('1,13,1'),2X,5I4,7)
1053  CONTINUE
C
1100  CONTINUE
1200  CONTINUE
      STOP
      END
/M      END OF JOB

```

